Postverlagsort Würzburg 2

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

BEGRÜNDET VON A. BERLINER UND C. THESING

UNTER BESONDERER MITWIRKUNG VON
ERICH v. HOLST

HERAUSGEGEBEN VON
ERNST LAMLA

BEIRAT:
J. BARTELS · E. BEDERKE · H. BROCKMANN · P. TEN BRUGGENCATE · C. W. CORRENS · H. v. FICKER
R. GRAMMEL · O. HAHN · R. HARDER · M. HARTMANN · W. HEISENBERG · K. HENKE · A. KUHN
M. v. LAUE · H. MARTIUS · R. W. POHL · H. REIN

ORGAN DER MAX-PLANCK-GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER WISSENSCHAFTEN
ORGAN DER GESELLSCHAFT DEUTSCHER NATURFORSCHER UND ÄRZTE

SPRINGER-VERLAG / BERLIN · GÖTTINGEN · HEIDELBERG

39. JAHRGANG **HEFT 6** (ZWEITES MÄRZHEFT) **1952**

INHALT:

AUFSÄTZE. Seite

Spiralnebel als Sternsysteme. Von P. TEN BRUGGENCATE . . 121
Über den Nachweis von Reduktionsorten in Bazillen und Bakterien und ihren Zusammenhang mit den sogenannten Nukleoiden. Von R. PREUNER und J. v. PRITTWITZ UND GAFFRON 128

KURZE ORIGINALMITTEILUNGEN.

Bestimmung der Elektronenaustrittsspannungen von Cd, Cu, Sn, Zn auf Grund ihrer Voltaspannungen gegen Ag. Von R. HIRSCHBERG und E. LANGE 131
Der Verdampfungskoeffizient des Kaliums zwischen 66 und 111° C. Von K. NEUMANN und K. SCHMOLL 131
Das Auflösungsvermögen von Dreischichten-Farbfilmen. Von J. EGGERT und W. GROSSMANN 132
Mikroskopische Gefügeuntersuchung des Geschiebemergels. Von G. SEIFERT 133
Zur Papierchromatographie aromatischer Amine. Von A. WANKMÜLLER 133
Serin als Partner bei der Biosynthese der Purine von Nukleinsäuren. Von K. DIMROTH, L. JAENICKE und E. W. BECKER 134
Das Verhalten der Bluteiweißkörper zu den Sulfanilamiden bei der Papierelektrophorese. Von H. KUTZIM 135
Die Samenproteine der Gramineen und ihre Wandlungen beim Teigen und Backen. Von K. HESS, H. KIESSIG und E.-G. HANSSEN 135
Neue Untersuchungen an Secale africanum STAPF. Von E. SCHIEMANN und U. NÜRNBERG-KRÜGER 136
Selektive Speicherung fluoreszierender und radioaktiver Farbstoffe im Tumorgewebe als Grundlage einer neuartigen Krebsdiagnostik. Von H. CRAMER, W. STICH und A. TREIBS 137
Der Funktionswechsel des Zellkerns im exokrinen Pankreasgewebe. Von H. W. ALTMANN und R. MENY 138
Zur Bewegung von Protuberanzen. Von U. BECKER 139
Über eine Bildung von γ-Fe_2O_3 bei niedriger Temperatur in stark hygroskopischer Umgebung. Von H. E. v. STEINWEHR und R. WEBER 140
Über die Adaptation des Angeborenen Auslösemechanismus. Von H. F. R. PRECHTL 140

BESPRECHUNGEN.

LANDOLT-BÖRNSTEIN, Zahlenwerte aus Physik, Chemie, Astronomie, Geophysik und Technik. (Ref.: E. BUCHWALD) . . 141
G. DOETSCH, Handbuch der LAPLACE-Transformation. Bd. I. (Ref.: RELLICH) 141
M. J. O. STRUTT, Verstärker und Empfänger. (Ref.: W. KROEBEL) 142
G. MASING, Lehrbuch der allgemeinen Metallkunde. (Ref.: U. DEHLINGER) 142
E. RABALD, Corrosion Guide. (Ref.: G. MASING) 142
G. SCHWARZENBACH, Allgemeine und anorganische Chemie. (Ref.: R. SCHWARZ) 143
K. H. MEYER und H. MARK, Makromolekulare Chemie. (Ref.: G. V. SCHULZ) 143
TH. VICKERSTAFF, The Physical Chemistry of Dyeing. (Ref.: G. SCHWEN) 144
H. PETERS, Bestimmungsübungen an einheimischen Insekten. (Ref.: H. ULRICH) 144
E. ZENTGRAF, Waldbau. (Ref.: TH. SCHMUCKER) 144
Berichtigung 144

Geologie, Mineralogie und Lagerstättenlehre

Eine Einführung für Bergschüler, Gruben- und Vermessungsbeamte, Studierende des Bergbaus, des Bauingenieurwesens und der Naturwissenschaften. Von Professor Dr. **Paul Kukuk,** Bergassessor a. D. Mit 370 Abbildungen. XII, 306 Seiten. 1951. Ganzleinen DM 28.50

Aus den Besprechungen: Es gibt zwar eine ganze Reihe von — meist umfangreichen — Lehrbüchern der Geologie, Mineralogie und Lagerstättenlehre, aber nicht ein einziges, das diese drei Gebiete zusammenfaßt. Der Verfasser hat, gestützt auf langjährige Erfahrungen aus Lehrtätigkeit und enger Verbindung mit der praktischen Geologie und dem Bergbau, diese Aufgabe in überaus glücklicher Weise gelöst, indem er die richtige Auswahl unter Beschränkung auf das Wesentliche der drei großen Wissensgebiete traf.

Das Buch bringt die Grundzüge der allgemeinen und der historischen Geologie unter besonderer Berücksichtigung der für den Bergbau wichtigen Gebirgsstörungen sowie der an der Formung der Erdoberfläche beteiligten Kräfte. Im Abschnitt Geologie folgt eine knappe Darstellung der allgemeinen Geologie und eine Besprechung der bergbaulich und wirtschaftlich wichtigen Mineralien. Die Lagerstättenlehre behandelt die bedeutendsten nutzbaren Vorkommen des deutschen Raumes unter Berücksichtigung ihrer Entstehung und wirtschaftlichen Verwertung. *„Glückauf"*

SPRINGER-VERLAG / BERLIN · GÖTTINGEN · HEIDELBERG

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

erscheinen zweimal monatlich. Bestellungen nimmt jede Buchhandlung, in den Westzonen auch jedes Postamt entgegen. Preis vierteljährlich 15.— DM, für das einzelne Heft 3.— DM, zuzüglich Postgebühren. Die Mitglieder der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte erhalten die Zeitschrift im Abonnement mit einem Nachlaß von 20%. Für Studierende der Naturwissenschaften ermäßigt sich der Bezugspreis auf vierteljährlich 11,25 DM zuzüglich Zustellgebühren. Lieferung läuft weiter, wenn nicht vier Wochen vor Quartalsschluß abbestellt wird. Der Bezugspreis ist im voraus zahlbar.

Nachdruck: Der Verlag behält sich das ausschließliche Recht der Vervielfältigung und Verbreitung aller in dieser Zeitschrift zum Abdruck gelangenden Beiträge sowie ihrer Verwendung für fremdsprachige Ausgaben vor.

Sonderdrucke: Den Verfassern von Originalbeiträgen und Kurzen Originalmitteilungen stehen 75 Exemplare kostenfrei zur Verfügung.

Anzeigen werden von der Anzeigenabteilung des Verlages (Berlin W 35, Reichpietschufer 20 [Britischer Sektor], Tel. 2492 51) angenommen. Die Preise wolle man unter Angabe der Größe und des Platzes erfragen.

Vertriebs-Vertretung im Ausland:

Lange, Maxwell & Springer Ltd., 41—45 Neal Street, London, W. C. 2

Springer-Verlag
Berlin · Göttingen · Heidelberg

Redaktionelle Hinweise.

I. Allgemeines.

1. Bei der Einsendung von Manuskripten an „Die Naturwissenschaften" bittet die Redaktion die Herren Autoren, stets im Auge zu behalten, daß die Zeitschrift in erster Linie den Wünschen und Interessen des weiten Kreises ihrer Leser zu dienen hat und daß daher ihnen gegenüber Sonderwünsche der Herren Autoren in bezug auf Inhalt, Form und Umfang ihrer Veröffentlichung zurücktreten müssen, falls die Redaktion dies für erforderlich hält.

2. Vor allem bittet die Redaktion, von der Einsendung von Aufsätzen Abstand zu nehmen, die nur für einen eng begrenzten Leserkreis verständlich und von Interesse sind, und die daher in einer Fachzeitschrift ihren richtigen Platz haben. Ausnahmen bilden knapp gefaßte Schilderungen der Ergebnisse eben fertiggestellter Arbeiten; für diese ist die Rubrik „KOM" („Kurze Originalmitteilungen") vorgesehen. Wegen Platzmangels sind allerdings auch hier gewisse Einschränkungen nötig. In bezug auf den Inhalt: Angenommen werden können nur wirklich wichtige Arbeiten (z. B. keine bloßen Analogiearbeiten). In bezug auf den Umfang: Im Durchschnitt kann für eine einzelne KOM nur der Raum einer Spalte (etwa 1000 Silben) zur Verfügung gestellt werden.

3. Die KOM erscheinen „unter ausschließlicher Verantwortung der Autoren". Eine wissenschaftlich-kritische Stellungnahme der Herausgeber zu ihrem Inhalt erfolgt nicht. Die Redaktion prüft lediglich, ob ein genügendes Allgemein-Interesse vorliegt.

4. „Kurze Originalmitteilungen" aus dem englischen und französischen Sprachgebiet können in der Originalsprache veröffentlicht werden.

II. Spezielle Hinweise.

Alle Sendungen und Zuschriften sind zu richten an:

Redaktion der Naturwissenschaften,
(20b) Göttingen, Theaterplatz 10, Fernsprecher 3371.

In sämtlichen Fällen erhalten die Autoren eine Bestätigung über das Eintreffen von Manuskripten sowie über deren Annahme oder Ablehnung. In den Aufsätzen sind seltene und nur einem kleinen Leserkreis verständliche Fachausdrücke nach Möglichkeit zu vermeiden oder in einer Fußnote kurz zu erläutern. Literaturzitate sind fortlaufend zu numerieren; die angeführten Arbeiten werden dann in einem Literaturverzeichnis am Schluß der Arbeit zusammengestellt. Bei Erläuterung des Textes durch Figuren ist überflüssiger Aufwand zu vermeiden. Figurenvorlagen für Strichätzungen sind so sorgfältig herzustellen, daß nach ihnen ohne weitere Rückfragen Reinzeichnungen angefertigt werden können. Diese werden zur Zeitersparnis den Autoren im allgemeinen nicht vorgelegt, sondern seitens der Redaktion kontrolliert.

Photographische Abbildungen (Autotypien) können gebracht werden, soweit sachlich erforderlich. In vielen Fällen läßt sich jedoch das Wesentliche durch eine (leichter reproduzierbare) Zeichnung ebensogut zeigen.

Korrekturen.

Die Autoren der Aufsätze, Berichte und Buchbesprechungen erhalten eine Fahnenkorrektur, deren umgehende Erledigung und Rücksendung erbeten wird.

Bei den KOM wird zur Beschleunigung des Erscheinens die Korrektur von Text und Abbildungen von der Redaktion besorgt, soweit nicht der Autor bei Einsendung des Manuskriptes ausdrücklich den Wunsch äußert, diese Arbeit selbst vorzunehmen. Bei KOM ohne Figuren soll hierdurch das Erscheinen innerhalb 4 Wochen nach Eingang bei der Redaktion ermöglicht werden.

Besprechungsexemplare.

Es wird gebeten, von der unverlangten Zusendung von Büchern, besonders kleineren Broschüren und Zeitschriften-Heften, abzusehen und zunächst eine Anfrage an die Redaktion zu richten, die dann von sich aus Exemplare anfordern wird. — Für die Rückgabe unverlangter Sendungen kann keine Gewähr übernommen werden.

Struktur und Eigenschaften der Krystalle

Eine Einführung in die physikalische und chemische Krystallkunde. Von **Helmut G. F. Winkler**, Dr. phil. ao. Professor der Mineralogie und Krystallographie an der Universität Göttingen. Mit 62 Abbildungen, 78 Tabellen und 1 Tafel. VIII, 258 Seiten. 1950. DM 16.80

Aus den Besprechungen: Eine zusammengefaßte Behandlung der zwischen der Krystallstruktur und den physikalischen und chemischen Eigenschaften herrschenden Beziehungen entspricht zweifellos einem Bedürfnis. Erst unter diesem Gesichtspunkt gewinnt die Lehre vom Feinbau der krystallinen Materie volle Lebendigkeit. Der Verfasser hat die bei der Fülle der weit verstreuten und für viele schwer zugänglichen Einzeluntersuchungen nicht leichte Aufgabe unternommen und in anerkennenswerter Weise erfüllt. Das Buch ist freilich nicht eine „Einführung" im landläufigen Sinn, es setzt mancherlei voraus, was doch wohl über den Rahmen der „Grundvorlesungen" in Physik, Chemie und Mineralogie hinausgreift, und es verlangt vom Leser intensive Mitarbeit. Die Darstellung ist flüssig und im ganzen klar. — Das Verfahren, den Stoff durch „zwei Querschnitte" aus verschiedener Richtung zu erschließen, kommt, besonders im ersten, von der Struktur ausgehenden Teil, der Geschlossenheit der Darstellung zustatten. Sowohl dem Studierenden, der tiefer in die Zusammenhänge zwischen Bau und Eigenschaften der festen anorganischen Materie eindringen möchte, wie auch dem Techniker, der heute mit diesen Problemen vielfach in Berührung kommt, kann das Buch als zuverlässiger Führer empfohlen werden. Es bildet zudem eine wertvolle Ergänzung unserer neueren Lehrbücher.
„Kolloid-Zeitschrift"

Krystallometrisches Praktikum

Grundbegriffe und Untersuchungsmethoden. Von **Robert Schroeder**, Assistent am Mineralogischen Institut der Universität Heidelberg. Mit 156 Abbildungen. VIII, 199 Seiten. 1950. DM 15.60

Aus den Besprechungen: In diesem Buch wird ein Spezialkapitel der Mineralogie eingehend behandelt: Die Geometrie der Krystalle. Auf dieser Ebene vermittelt die Arbeit eine erschöpfende Auskunft. Sie ist und will keine Einführung für den Anfänger sein, sondern dem Fortgeschrittenen und vor allem dem Wissenschaftler eine neuere, zusammenfassende Darlegung dieses Stoffgebietes gemäß dem heutigen Stande unserer Erkenntnisse vermitteln. Das ist dem Verfasser recht gut gelungen. Er erläutert die krystallographischen Grundbegriffe (auf deren geschichtliche Entwicklung eingegangen wird), das Messen, Zeichnen und Berechnen der Krystalle.
„Zeitschrift für Erzbergbau und Metallhüttenwesen"

SPRINGER-VERLAG / BERLIN · GÖTTINGEN · HEIDELBERG

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Jahrgang 39 Heft 6 (Zweites Märzheft) 1952

Spiralnebel als Sternsysteme*).

Von P. TEN BRUGGENCATE.

Es ist heute ziemlich genau 200 Jahre her, daß KANTs „Allgemeine Naturgeschichte und Theorie des Himmels" im Jahre 1755 erschienen ist. In diesem Werk hat KANT seine Theorie über den Bau des Weltalls entwickelt. Wir wollen ganz kurz auf einige besonders charakteristische Stellen dieser Theorie hinweisen.

Es ist allgemein bekannt, daß die großen Planeten sich in Bahnebenen um die Sonne bewegen, die nur kleine Neigungen gegeneinander besitzen. Wenn wir die kleinen Planeten und die Kometen hinzunehmen, so kommen auch große Bahnneigungen gegen die Erdbahnebene vor. KANT ist bei seinen kosmologischen Betrachtungen von dieser Eigenart des Planetensystems ausgegangen und hat versucht, in der Anordnung der Fixsterne im Raum analoge Züge zu finden. Er knüpft dabei an die Erscheinung der Milchstraße an, die sich längs eines größten Kreises am Himmel hinzieht und betrachtet die Ebene der Milchstraße als eine bevorzugte Ebene, in deren Nähe die Fixsterne sich anordnen [*1*].

„Nach dieser Vorstellung kann man das System der Fixsterne einigermaßen durch das planetische abschildern, wenn man dieses unendlich vergrößert. Denn wenn wir anstatt der 6 Planeten mit ihren 10 Begleitern so viele Tausend derselben und anstatt der 28 oder 30 Kometen, die beobachtet worden, ihrer hundert oder tausend mal mehr annehmen, wenn wir eben diese Körper als selbstleuchtend gedenken, so würde dem Auge des Zuschauers, das sie von der Erde ansiehet, eben der Schein als von den Fixsternen der Milchstraße entstehen."

KANT fährt dann fort, daß dieser neue Lehrbegriff den Sonnen (in Analogie zu den Planeten) eine fortrückende Bewegung beilegt. Dem Einwand, daß bei den Fixsternen, wie ja der Name andeutet, keine solche Bewegung beobachtet wird, begegnet er mit der Bemerkung, daß es wahrscheinlich ist [*2*], „daß die Bewegung der Sonnen des Sternhimmels um einen gemeinschaftlichen Mittelpunkt gehe, dessen Abstand ungemein groß, und die Fortrückung der Sterne daher überaus langsam sein kann, so läßt sich hieraus mit Wahrscheinlichkeit abnehmen, daß alle Zeit, seit der man Beobachtungen am Himmel angestellet hat, vielleicht noch nicht hinlänglich sei, die Veränderung, die in ihren Stellungen vorgegangen, zu bemerken. Man darf indessen noch nicht die Hoffnung aufgeben, auch diese mit der Zeit zu entdecken".

Von besonderem Interesse ist für uns die Deutung, die KANT den lichtschwachen Nebelflecken gegeben hat, von denen zu KANTs Zeiten bereits eine Reihe, z. B. der große Andromeda-Nebel, bekannt waren. Er schreibt zur Deutung der Nebelflecke das folgende [*3*]: „Wenn ein System von Fixsternen, welche in ihren Lagen sich auf eine gemeinschaftliche Fläche beziehen, so wie wir die Milchstraße entworfen haben, so weit von uns entfernet ist, daß alle Kenntlichkeit der einzelnen Sterne, daraus es bestehet, sogar dem Sehrohre nicht mehr empfindlich ist, . . ., kurz wenn eine solche Welt von Fixsternen in einem so unermeßlichen Abstande von dem Auge des Beobachters, das sich außerhalb derselben befindet, angeschauet wird, so wird dieselbe unter einem kleinen Winkel als ein mit schwachem Lichte erleuchtetes Räumchen erscheinen, dessen Figur zirkelrund sein wird, wenn seine Fläche sich dem Auge geradezu darbietet, und elliptisch, wenn es von der Seite gesehen wird. . . . Man darf sich unter den Beobachtungen der Sternkundigen nicht lange nach dieser Erscheinung umsehen. Sie ist von unterschiedlichen Beobachtern deutlich wahrgenommen worden . . . . Die neblichten Sterne sind es, welche wir meinen, oder vielmehr eine Gattung derselben, . . . kleine etwas mehr als das Finstere des leeren Himmelsraums erleuchtete Plätzchen, die alle darin übereinkommen, daß sie mehr oder weniger offene Ellipsen vorstellen, aber deren Licht weit schwächer ist als irgendein anderes, das man am Himmel gewahr wird."

Wir wollen im folgenden sehen, was die Astronomie heute zu diesen Vorstellungen KANTs zu sagen hat. Es kann sich dabei freilich nur um einen Überblick handeln.

Unter den „neblichten" Sternen, auf die KANT hinweist, verstehen wir heute elliptische Nebel, Spiralnebel und unregelmäßige Nebel [*4*]. Das Problem, mit dem wir uns beschäftigen wollen, ist dann folgendes: Können wir mit Sicherheit nachweisen, daß es sich bei diesen Objekten um Sternsysteme weit außerhalb unserer eigenen Milchstraße handelt, deren Sternreichtum vergleichbar ist mit dem Sternreichtum unseres Milchstraßensystems?

1. Verteilung der Nebel am Himmel.

Wenn man untersuchen will, ob gewisse Himmelsobjekte zum Milchstraßensystem gehören oder nicht, wird man zunächst die Verteilung dieser Objekte am Himmel studieren. Dazu ist es zweckmäßig, sog. galaktische Koordinaten einzuführen. Diese beziehen sich auf die Milchstraße, die sich bekanntlich als größter Kreis am Himmel hinzieht. Längs des größten Kreises der Milchstraße mißt man von einem Nullpunkt aus, dessen Lage uns im folgenden nicht näher zu interessieren braucht, die galaktischen Längen. Unter galaktischen Breiten versteht man den senkrecht zum größten Kreis der Milchstraße gemessenen Winkelabstand eines Himmelsobjektes von der Milchstraße. Durch Angabe von galaktischer Länge und Breite ist also die Lage eines Objektes am Himmel eindeutig in bezug auf die Milchstraße festgelegt. In Fig. 1 sind in eine spezielle Darstellung der gesamten Himmelskugel über 11000 einzelne Objekte eingetragen, in der überwiegenden Mehrzahl elliptische Nebel und Spiralnebel. Man erkennt aus der Figur,

*) Nach einem bei der Tagung der Astronomischen Gesellschaft in Recklinghausen am 24. August 1951 gehaltenen öffentlichen Vortrag.

daß die Punkte sich gegen die Pole der Milchstraße häufen. Dies ist besonders ausgeprägt am nördlichen Pol der Milchstraße. Daß die Punktdichte in der Umgebung des südlichen Pols der Milchstraße, insbesondere links unten in der Figur, wesentlich geringer ist, rührt davon her, daß dieser Teil des Himmels nur mit Instrumenten auf der südlichen Erdhalbkugel beobachtet werden kann und die Durchmusterung dieses Gebietes daher nicht dieselbe Vollständigkeit aufweist wie die Durchmusterung der Teile des Himmels, die von der Nordhalbkugel aus beobachtet werden können. Sehr deutlich tritt in der Figur zutage, daß die Zahl der Nebel in einem Gürtel von etwa 40° Breite

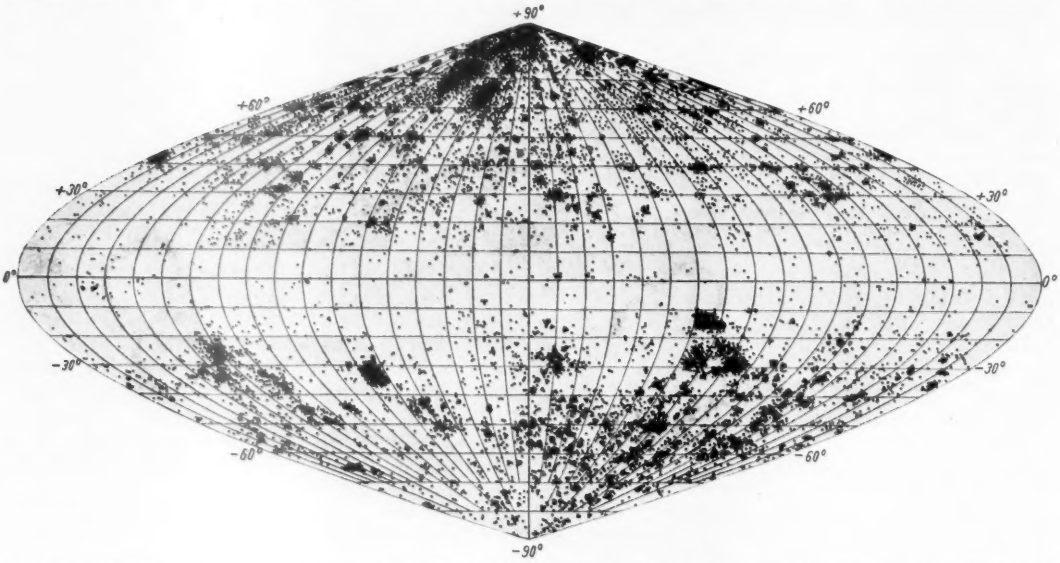


Fig. 1. Verteilung von rund 11000 elliptischen Nebeln und Spiralnebeln an der Sphäre in einem galaktischen Koordinatensystem. Die Zahlen am Rand geben die galaktischen Breiten an. +90° ist der nördliche, −90° der südliche Pol der Milchstraße.

längs der Milchstraße sehr klein ist im Vergleich zu den Nebelzahlen an den Milchstraßenpolen. Dieses merkwürdige Verhalten hat zu Beginn dieses Jahrhunderts als Argument dafür gedient, daß die Nebel verhältnismäßig kleine Objekte seien, die zu unserem Milchstraßensystem gehören [5]. Denn wie wäre sonst die Häufung der Nebel an den Polen der Milchstraße verständlich. Heute wissen wir, daß diese merkwürdige „Orientierung" nur vorgetäuscht ist durch eine Absorption des Lichtes innerhalb und in der Nähe der Milchstraßenebene. Bevor wir auf diesen Punkt zurückkommen, ist es notwendig, ganz kurz auf den Bau des Milchstraßensystems und die Stellung des Sonnensystems in diesem einzugehen.

Fig. 2 stellt ein aus Einzelaufnahmen zusammengesetztes Bild der südlichen Milchstraße von Scutum bis Centaurus dar. Neben den besonders hellen Sternwolken im Sagittarius heben sich dunkle Gebiete ab, von denen wir heute wissen, daß sie im wesentlichen zurückzuführen sind auf die absorbierende Wirkung staubförmiger Materie, die sich innerhalb und in der Nähe der Milchstraßenebene befindet. Bei den Versuchen, die in den vergangenen 50 Jahren unternommen worden sind, aus Sternzählungen nach Größenklassenintervallen Aufschluß zu gewinnen über die räumliche Verteilung der Sterne im Milchstraßensystem, konnte die Schwierigkeit, die eine Absorption des Lichts im Raum zwischen den Sternen für das vorliegende Problem bietet, nur in begrenztem Umfang überwunden werden. Denn bevor man aus den Zählungen Schlüsse über die räumliche Verteilung der Sterne ziehen kann, müßte man die Anzahlen der Sterne in verschiedenen Größenklassenintervallen vom Einfluß der Absorption auf die Sterngrößen befreien. Es ist aber sehr schwer und oft unmöglich, zuverlässige Absorptionsbeträge zu ermitteln. Diese Aufgabe wäre hoffnungslos, wenn die staubförmige Materie im Sternsystem nicht die wichtige Eigenschaft hätte, das Licht der Sterne gleichzeitig zu verfärben. Die Rotverfärbung erfolgt ziemlich genau nach einem λ^{-1}-Gesetz [6]. Beobachtet man also in einer bestimmten Richtung eine Rotverfärbung des Sternlichts, so kann man mit Sicherheit auf eine Absorption des Lichts in dieser Richtung schließen. Was wir heute aus Sternzählungen über den Bau des Sternsystems aussagen können, bezieht sich jedoch nur auf die allernächste Umgebung der Sonne und reicht nicht weiter als etwa 6000 Lichtjahre. Aber auch in diesem kleinen Raumgebiet ist die Zahl der wirklich gesicherten Ergebnisse enttäuschend klein im Vergleich zur aufgewandten Mühe. Die Schwierigkeit besteht im wesentlichen darin, daß der Beobachter selbst zu dem System gehört, dessen Struktur er erforschen will. Trotzdem glauben wir, ein in großen Zügen zutreffendes Modell unseres Milchstraßensystems entwerfen zu können [7]. Die Abmessungen des Modells beruhen auf zuverlässigen Entfernungsbestimmungen von kugelförmigen Sternhaufen, die Mitglieder des Milchstraßensystems sind. Bei der Ermittlung der Form des Systems haben außergalaktische Nebel Pate gestanden. Das Milchstraßensystem betrachten wir nach diesen Untersuchungen heute als ein stark abgeplattetes System, das in seiner Symmetrieebene seinen größten Durchmesser von etwa 60000 bis 70000 Lichtjahren besitzt, während die größte Ausdehnung des Systems senkrecht zur Milch-

straßenebene nur etwa 10000 Lichtjahre betragen dürfte. In diesem System steht das Sonnensystem beinahe in der Symmetrieebene in einem Abstand von rund 25000 Lichtjahren vom Zentrum, also weit näher am Rand als in der Mitte des Systems. Diese exzentrische Stellung des Beobachters macht sich in der Helligkeitsverteilung der Milchstraßenwolken bemerkbar. In der Richtung zum Zentrum des Systems stehen die hellsten Sternwolken im Sagittarius (s. Fig. 2), in der Richtung zum Antizentrum beobachten wir die wesentlich lichtschwächeren und strukturärmeren Sternwolken im Orion und Monoceros.

Wir kommen jetzt zurück auf die Verteilung der Nebel am Himmel. Auch die Nebeldurchmusterungen, die HUBBLE [8] stichprobenhaft mit den großen Spiegelteleskopen am Mt. Wilson durchgeführt hat, zeigen eine starke Zunahme der Nebelzahlen gegen die Pole der Milchstraße. Innerhalb eines Milchstraßengürtels von etwa 10° Breite gibt es nur wenige Stellen, an denen Nebel beobachtet werden können. An diesen Gürtel schließt sich nördlich und südlich eine nebelarme Zone von abermals etwa 10 bis 20° Breite an. Wenn man die stark schematisierte Annahme macht, daß die staubförmige Materie innerhalb und in der Nähe der Milchstraßenebene in einer Schicht von etwa 1500 Lichtjahren Dicke[1]) mit gleichförmiger Dichte verteilt ist, so daß die Absorption in einer bestimmten Richtung proportional der Weglänge durch das absorbierende Medium und daher proportional $\sec \beta$ wird (wobei β die galaktische Breite bedeutet), gelingt es weitgehend, das Anwachsen der Nebelzahlen mit zunehmender galaktischer Breite zu verstehen. Man sieht daraus, daß die in Fig. 1 wiedergegebene „Orientierung" der Nebel zur Milchstraße durch eine Absorption des Lichtes innerhalb und in der Nähe der Milchstraßenebene erklärt werden kann.

Unter besten Beobachtungsbedingungen konnte HUBBLE auf langbelichteten Platten, die mit dem 250 cm-Spiegel auf dem Mt. Wilson aufgenommen wurden, am Pol der Milchstraße auf einem Himmelsareal von der Fläche des Vollmondes bis zu 400 Nebel zählen. Mit dem 250 cm-Spiegel würden sich somit bei gleichförmiger Verteilung der Nebel am Himmel etwa 10 bis 100 Millionen Nebel an der ganzen Sphäre feststellen lassen.

2. *Entfernungsbestimmung einzelner Nebel.*

Wir haben gesehen, daß bei Berücksichtigung einer Absorption des Lichts innerhalb unseres Milchstraßensystems die Häufung der Nebel an den Polen der Milchstraße verstanden werden kann. Korrigiert man die Nebelzahlen wegen der interstellaren Absorption, so können wir in erster Näherung mit einer ziemlich gleichförmigen Verteilung der Nebel am Himmel rechnen. Dieses Beobachtungsergebnis spricht offenbar sehr dafür, daß es sich bei den Nebeln um außergalaktische Systeme handelt, die weit außerhalb unseres Milchstraßensystems stehen. Die wenigen Stellen in der Milchstraße, an denen Nebel beobachtet werden können, sind dann sozusagen Fenster, durch die wir infolge fehlender oder geringer Absorption über unser eigenes System hinausblicken können. Aber einen wirklichen Beweis, daß es sich bei den Nebeln um entfernte Sternsysteme handelt, wird man doch nur in einer Entfernungsbestimmung einzelner Nebel und in einer Auflösung solcher Nebel in Einzelsterne erblicken. Als Beispiel für derartige Untersuchungen wählen wir den Andromeda-Nebel.

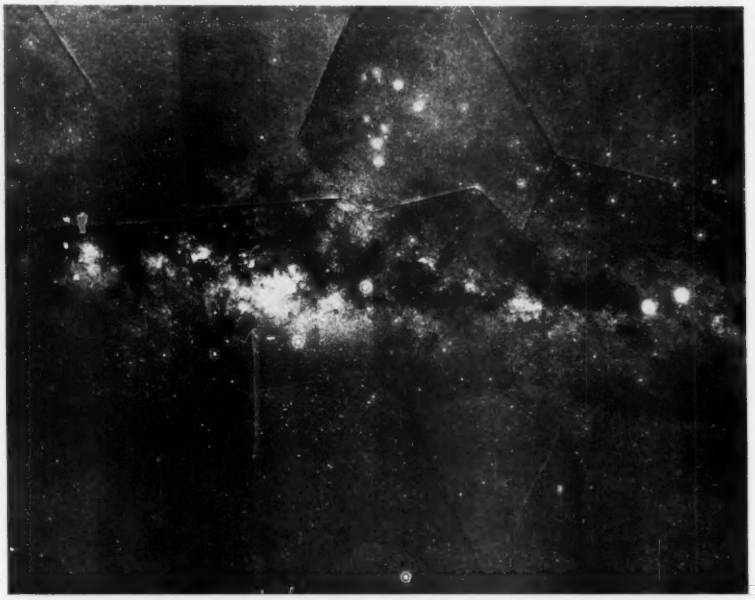


Fig. 2. Zusammengesetztes Bild der zentralen Milchstraße von Scutum (links) bis Centaurus (rechts), nach Aufnahmen der Harvard-Station zu Arequipa.

Die äußeren Teile dieses Nebels konnte HUBBLE bereits 1924 bis 1929 mit dem 250 cm-Spiegel unter Verwendung hochempfindlicher Blauplatten auflösen. Er konnte dabei nachweisen, daß in diesen äußeren Teilen, also in den eigentlichen Spiralarmen des Nebels, B-Sterne hoher Leuchtkraft, δ Cephei-Sterne und offene Sternhaufen vorkommen, also Sterne und Sternhaufen gleicher Art, wie wir sie auch in unserem Sternsystem in der Umgebung der Sonne vorfinden. Von besonderer Bedeutung ist in diesem Zusammenhang die Entdeckung von δ Cephei-Sternen, die bekanntlich einen periodischen Lichtwechsel mit Perioden zwischen etwa 2 Tagen und 40 Tagen aufweisen. Aus den Untersuchungen von Miss LEAVITT [9] und SHAPLEY [10] kennt man einen engen Zusammenhang zwischen der Periode des Lichtwechsels und der Leuchtkraft des betreffenden δ Cephei-Sterns, d. h. der Gesamtenergie, die der Stern je Sekunde ausstrahlt. Die Länge der Periode wächst mit zunehmender Leuchtkraft. Da der Lichtwechsel der δ Cephei-Sterne auf eine Pulsation

[1]) Gemessen senkrecht zur Milchstraßenebene.

des Sterns zurückgeführt wird, heißt dies, daß Sterne um so langsamer pulsieren, je größer ihre Leuchtkraft ist. Diese Perioden-Leuchtkraft-Beziehung kann man leicht zu einer genauen Entfernungsbestimmung von δ Cephei-Sternen benutzen. Man braucht offenbar nur die Periode des Lichtwechsels zu ermitteln und erhält dann aus der Perioden-Leuchtkraft-Beziehung die Leuchtkraft (oder die absolute Größe des Veränderlichen). Andererseits liefert die direkte Beobachtung die scheinbare Größe des δ Cephei-Sterns. Wenn man die Absorption des Lichts im interstellaren Raum vernachlässigen darf, so kann man aus der absoluten Größe und der beobachteten scheinbaren Größe sofort auf die Entfernung des Objektes schließen. HUBBLE hat für 40 δ Cephei-Sterne im Andromeda-Nebel die Lichtkurven und damit die Perioden abgeleitet [*11*]. Der Mittelwert für den Abstand dieser 40 δ Cephei-Sterne kann als recht genau angesehen werden. Da der Andromeda-Nebel eine galaktische Breite von $-21°$ besitzt, ist der Einfluß einer Absorption im Milchstraßensystem nicht besonders groß und kann bei einer Entfernungsabschätzung vernachlässigt werden. Das Ergebnis dieser Abschätzung ist eine Entfernung von 680000 Lichtjahren für den Andromeda-Nebel. Mit dieser Entfernung kann man aus den scheinbaren Abmessungen des Nebels am Himmel die linearen Dimensionen dieses Nebels leicht berechnen. Beschränkt man sich bei Angabe eines scheinbaren Durchmessers auf denjenigen Teil des Nebels, in welchem die Spiralarme noch leicht auf photographischen Aufnahmen festgestellt werden können, so ergibt sich ein Durchmesser des Nebels in seiner Symmetrieebene von rund 40000 Lichtjahren. Nimmt man noch die schwächsten photometrisch meßbaren Ausläufer des Nebels hinzu, so ergibt sich etwa der doppelte Durchmesser [*12*]. Diese Abmessung ist durchaus vergleichbar mit den Abmessungen des Milchstraßensystems. Wenn wir unsere Milchstraße als einen Spiralnebel analoger Bauart ansehen dürfen, so würde die Sonne in den äußersten Gebieten dieses Nebels liegen, in denen ein Beobachter, der sich auf dem Andromeda-Nebel befände, wegen der Lichtschwäche dieser Gebiete nicht mehr ohne weiteres eine Spiralstruktur feststellen könnte; beträgt doch der Abstand der Sonne vom Zentrum des Milchstraßensystems etwa 25000 Lichtjahre.

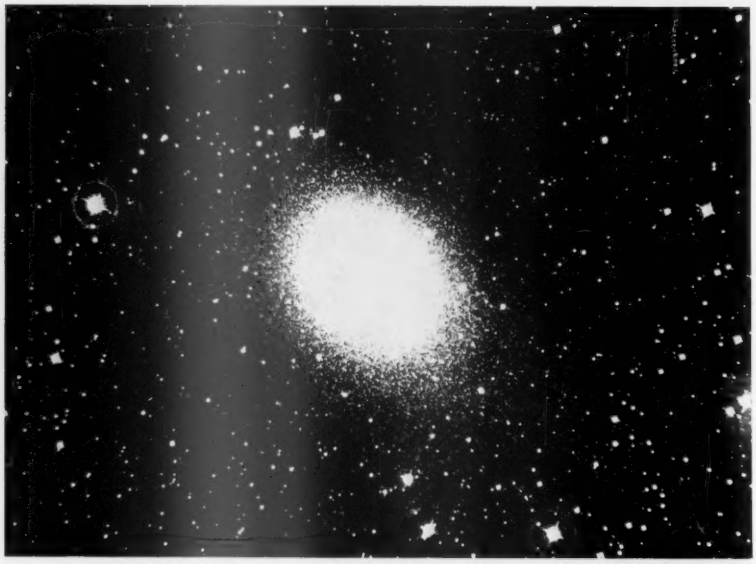


Fig. 3. Rotaufnahme des elliptischen Nebels NGC 185 mit dem 250 cm-Spiegel auf dem Mt. Wilson. Belichtungszeit 4 Std. Maßstab 1 mm = 8,″5. Der Helligkeitsanstieg gegen die Mitte des Nebels ist auf der Reproduktion stark übertrieben. Auf der Originalplatte gleicht er im zentralen Teil dem Helligkeitsanstieg eines sternreichen Kugelhaufens (also eher Fig. 4). Die Struktur der Lichthöfe um die hellsten Sterne zeigt, daß das Plattenkorn der Emulsion viel feiner ist als die körnige Struktur der Außenteile des Nebels, die von zahlreichen schwachen Sternen des Nebels herrührt.

Zuverlässige Entfernungen kennt man heute von einer ganzen Reihe einzelner Nebel. Durch etwas rohere Methoden, die z. B. darauf beruhen, daß man sich auf die Photometrie der hellsten Sterne in den Außenteilen eines Nebels oder auf die Photometrie des Gesamtlichts eines Nebels beschränkt, kann man für eine große Zahl von Nebeln statistisch brauchbare Entfernungen ermitteln und sich auf diese Weise ein rohes Bild von der Verteilung der Nebel im allgemeinen Nebelfeld machen: Die einzelnen Nebel, deren Durchmesser in der Größenordnung einiger Zehntausend Lichtjahre liegen, befinden sich in durchschnittlichen gegenseitigen Abständen von einigen Fünfhunderttausend Lichtjahren. Der durchschnittliche Abstand zweier Nebel ist also nur etwa 10 bis 100mal größer als der durchschnittliche Nebeldurchmesser. Die Verhältnisse liegen hier somit wesentlich anders als bei der Verteilung der Sterne in der Sonnenumgebung, bei denen der gegenseitige Abstand sehr groß ist im Vergleich zum Durchmesser des einzelnen Sterns.

In das allgemeine Nebelfeld sind Nebelhaufen eingebettet, deren Reichhaltigkeit ganz verschieden sein kann. Man kennt Nebelhaufen von einigen wenigen Objekten bis zu Haufen, die mehrere Tausend Nebel umfassen [*13*]. Auf die Nebelhaufen und ihre Eigenschaften soll hier nicht näher eingegangen werden.

3. *Sternpopulationen I und II.*

In dem vorhergehenden Abschnitt war nur die Rede von der Auflösung der äußeren Teile der nächsten Nebel in Einzelsterne. Im Jahre 1944 ist es jedoch BAADE [*14*] geglückt, den Kern des Andromeda-Nebels und einige der hellsten elliptischen Nebel in Einzelsterne aufzulösen. Dies gelang durch Verwendung von hochempfindlichen Rotplatten am 250 cm-Spiegel. Durch geeignete Farbfilter wurde der Spektralbereich zwischen 6300 und 6700 Å ausgeblendet. In diesen Bereich fällt keine hellere Nachthimmellinie, so daß die Platten selbst bei Belichtungen bis zu 4 Stunden noch keinen störenden Schleier durch Nachthimmellicht zeigen. Diese Untersuchung von BAADE besitzt eine sehr

weittragende Bedeutung, auf die wir im folgenden noch näher eingehen wollen.

Fig. 3 stellt eine Reproduktion der BAADEschen Rotaufnahme des elliptischen Nebels NGC 185[1]) dar, dessen Entfernung etwa 650000 Lichtjahre beträgt. Man erkennt deutlich die Auflösung der Außenteile des Nebels in Einzelsterne. Das System zeigt äußerlich eine große Ähnlichkeit mit einem kugelförmigen Sternhaufen. In Fig. 4 ist zum Vergleich eine Aufnahme des großen Sternhaufens ω Centauri wiedergegeben. Die äußere Ähnlichkeit der Objekte fällt sofort auf. Der wesentliche Unterschied besteht darin, daß NGC 185 ein System viel größerer Ausdehnung ist als ein durchschnittlicher kugelförmiger Sternhaufen. Der lineare Durchmesser von NGC 185 beträgt rund 3000 Lichtjahre, während der Durchmesser von ω Centauri nur etwa 300 Lichtjahre beträgt. Setzt man für eine rohe Abschätzung den Sternreichtum proportional dem Volumen des Systems an, so dürfte der elliptische Nebel etwa 1000mal mehr Sterne enthalten als ein großer Kugelhaufen. Die Ähnlichkeit zwischen einem elliptischen Nebel (oder dem Kern eines Spiralnebels) und einem kugelförmigen Sternhaufen geht aber, wie BAADE zeigen konnte, über eine rein äußerliche hinaus. Beide Arten von Himmelsobjekten enthalten nämlich Sterne von gleicher Leuchtkraft und gleichem Farbenindex (oder Spektraltyp) [*15*]: sie besitzen das gleiche RUSSELL-Diagramm.

Fig. 4. Aufnahme des kugelförmigen Sternhaufens ω Centauri mit dem Spiegelteleskop der Harvard-Station in Südafrika. Maßstab 1 mm = 16,″6.

Um die große Bedeutung dieser Entdeckung von BAADE zu verstehen, müssen wir kurz auf das RUSSELL-Diagramm eingehen. Man trägt im RUSSELL-Diagramm die Spektraltypen als Abszissen, die Leuchtkräfte (oder absoluten Größen) als Ordinaten auf. Ein RUSSELL-Diagramm gibt dann eine graphische Darstellung von der Verteilung der Leuchtkräfte und Spektraltypen unter den Sternen einer sinnvoll ausgewählten Gruppe. Allgemein bekannt ist das RUSSELL-Diagramm für die Sterne der Sonnenumgebung. Die Bildpunkte der einzelnen Sterne ordnen sich in diesem längs der sog. Hauptreihe und längs eines weniger scharf ausgeprägten Riesenasts an[2]). Ebenso wie die Sterne der Sonnenumgebung kann man z. B. die Sterne eines Kugelhaufens, des Kerns eines Spiralnebels oder die Sterne der Spiralarme als Bildpunkte in das RUSSELL-Diagramm eintragen. Das ist in Fig. 5 in schematischer Weise geschehen. In den Bezirken I liegen die Bildpunkte für die Sterne der Sonnenumgebung oder für die Sterne in den Armen eines Spiralnebels; in die Bezirke II fallen die Bildpunkte für Sterne in Kugelhaufen oder in den Kernen von Spiralnebeln oder in elliptischen Nebeln. Da die Bezirke I und II nicht zusammenfallen, so spricht man von zwei verschiedenen Sternpopulationen. Die Sternpopulation I kommt ausschließlich in den Spiralarmen vor und nicht im Kern eines Nebels. Die Population II findet man vorwiegend im Kern von Spiralnebeln. Der charakteristische Unterschied zwischen der Sternpopulation I in Spiralarmen und der Population II in den Kernen der Spiralnebel besteht darin, daß in den Spiralarmen B-Sterne hoher Leuchtkraft und δ Cephei-Sterne vorkommen, in den Kernen der Nebel dagegen

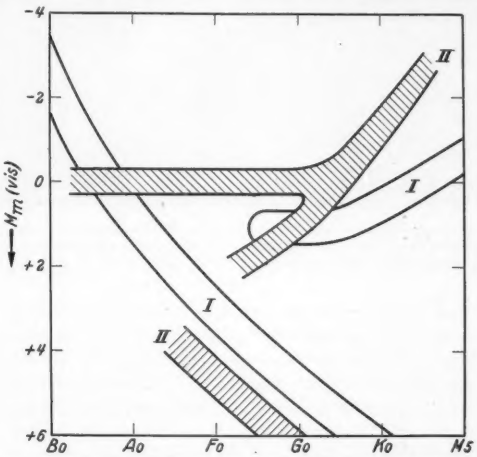


Fig. 5. Schematische Verteilung der Sterne der Populationen I und II im RUSSELL-Diagramm. Abszissen: Spektraltypen; Ordinaten: absolute visuelle Größen. In Kugelhaufen und Spiralnebeln können wegen der Lichtschwäche der Objekte keine Sterne mit $M > +2^m$ beobachtet werden. Das Gebiet II unterhalb der Hauptreihe I umfaßt die zu den Schnelläufern gehörenden Unterzwerge in der Sonnenumgebung.

K-Sterne hoher Leuchtkraft und Haufenveränderliche (oder RRLyrae-Sterne). Bei der räumlichen Abgrenzung der beiden Sternpopulationen auf Arme und Kern eines Spiralnebels haben wir absichtlich stark schematisiert. In Wirklichkeit ist, wie eingehende

[1]) NGC 185 = Nebel Nr. 185 im „New General Catalogue of Nebulae and Clusters" von J. L. E. DREYER, Memoirs of the Roy. Astr. Society **49** (1890).

[2]) Von den weißen Zwergen sehen wir in diesem Zusammenhang ab.

Untersuchungen am Mt. Wilson gezeigt haben, die Population II nicht nur im Kern des Nebels, sondern — im Vergleich zum Kern allerdings in starker Verdünnung — ziemlich gleichförmig über den ganzen Nebel verbreitet. Zur Illustration ist in Fig. 6 nach Aufnahmen von W. FRICKE am Bergedorfer SCHMIDT-Spiegel eine Blau- und eine Rotaufnahme des Andromeda-Nebels reproduziert. Die Spiralstruktur ist auf der Rotaufnahme undeutlicher zu erkennen als auf der Blauaufnahme

Fig. 6. Obere Hälfte Blauaufnahme, untere Hälfte Rotaufnahme des Andromeda-Nebels mit einem SCHMIDT-Spiegel der Hamburger Sternwarte. Der auf der Blauaufnahme stark überbelichtete Stern am linken Bildrand ist der B-Stern ν Andromedae.

des Nebels. Andererseits sind der Kern des Nebels sowie die beiden elliptischen Begleiter viel ausgedehnter auf der Rotaufnahme als auf der Blauaufnahme[1]). Ein Beobachter in den Außenteilen des Andromeda-Nebels würde also in seiner Umgebung ein Gemisch beider Populationen wahrnehmen, wobei die Sterne der Population I, die die Spiralarme bilden, in eine diffuse Wolke von Sternen der Population II eingebettet sind.

Wie steht es nun mit den beiden Sternpopulationen in unserem Milchstraßensystem? Wir hatten bereits darauf hingewiesen, daß die Population I, nämlich B-Sterne hoher Leuchtkraft und δ Cephei-Sterne, in der Sonnenumgebung vorkommt. Wir kennen aber auch Haufenveränderliche und Sterne später Spektraltypen mit hoher Leuchtkraft in der Sonnenumgebung, so daß wir sagen können, daß in den Außenteilen unseres Milchstraßensystems ebenso wie in den Außenteilen des Andromeda-Nebels die Sternpopulationen I und II durchmischt sind. Es fragt sich, ob sich die Mitglieder der beiden Sternpopulationen noch durch andere Eigenschaften als durch Leuchtkraft und Spektraltyp voneinander unterscheiden. In der Tat können wir die Angehörigen der beiden Populationen voneinander trennen auf Grund ihrer Relativgeschwindigkeiten zur Sonne. Die Angehörigen der Population I besitzen kleine Relativgeschwindigkeiten zur Sonne von etwa 20 km/sec und innerhalb der Gruppe eine kleine Geschwindigkeitsstreuung. Die Gruppe als Ganzes führt in der Milchstraßenebene eine Rotationsbewegung um das Zentrum des Systems aus. Die Sterne der Population II andererseits besitzen große Relativgeschwindigkeiten zur Sonne von etwa 100 km/sec und innerhalb der Gruppe auch eine große Geschwindigkeitsstreuung [*16*]. Die Sterne der Population II werden deshalb im Gegensatz zu den Sternen der Population I bei Untersuchungen über die Kinematik und Dynamik des Sternsystems gewöhnlich als Schnellläufer bezeichnet. Ohne auf die Kinematik und Dynamik des Sternsystems näher einzugehen, kann man doch mit wenigen Worten anschauliche Konsequenzen dieses verschiedenen kinematischen Verhaltens kennzeichnen.

Die Sterne der Population I besitzen wegen ihrer geringen Geschwindigkeitsstreuung auch nur kleine Geschwindigkeitskomponenten senkrecht zur Milchstraßenebene. Sie werden sich also nie weit von der Symmetrieebene entfernen und sich im wesentlichen innerhalb dieser Symmetrieebene (wie wir sahen, vorzugsweise in den Spiralarmen) anordnen. Die Sterne der Population II besitzen dagegen wegen ihrer großen Geschwindigkeitsstreuung auch große Geschwindigkeitskomponenten senkrecht zur Milchstraßenebene und können auf Grund dieser großen Geschwindigkeitskomponenten auch große Abstände von der Symmetrieebene erreichen. Übertragen wir diese Eigenschaften der Populationen I und II vom Milchstraßensystem auf den Andromeda-Nebel, so wird die räumliche Verteilung der beiden Sternpopulationen im Andromeda-Nebel verständlich: Die Angehörigen der Population II sind infolge ihrer großen Geschwindigkeitsstreuung ziemlich gleichförmig auch über die Außenteile des Nebels verteilt, während die Sterne der Population I infolge ihrer geringen Geschwindigkeitsstreuung auf die Symmetrieebene des Nebels, vorzugsweise die Spiralarme, beschränkt bleiben.

Kehren wir wieder zum Milchstraßensystem zurück, so verstehen wir nun auf Grund des kinematischen Unterschiedes der beiden Sternpopulationen auch den Unterschied in der Verteilung der B-Sterne und der Schnelläufer am Himmel. Diese Verteilungen sind in Fig. 7 und 8 wiedergegeben. Da das Sonnensystem

[1]) Man vergleiche die Helligkeit dieser Nebelteile mit dem B-Stern ν Andromedae, der am linken Rand auf der Blauaufnahme stark überexponiert zu erkennen ist.

ziemlich genau in der Milchstraßenebene steht, so werden sich die Sterne der Population I, (z.B. die B-Sterne), die sich wegen ihrer geringen Geschwindigkeitsstreuung nie weit aus der Symmetrieebene entfernen können, an der Sphäre in eine enge Zone längs der Milchstraße projizieren. Die Sterne der Population II (Schnelläufer) dagegen werden mehr oder weniger gleichförmig auf die ganze Sphäre verteilt sein, weil sie infolge der großen Geschwindigkeitsstreuung auch große Abstände von der Symmetrieebene erreichen können.

Wir haben gesehen, wie sich Untersuchungen der Spiralnebel und unseres Milchstraßensystems glücklich ergänzen. So ist die räumliche Verteilung der Sterne in einem Spiralnebel viel leichter zu untersuchen als in unserem Sternsystem, weil wir einen Nebel von außen betrachten können. Wie glücklich wäre KOPERNIKUS gewesen, wenn er am Himmel ein Abbild unseres Planetensystems hätte entdekken können! Andererseits gewinnen wir über die Kinematik der Sterne eines Sternsystems wesentlich zuverlässigeren Aufschluß durch Untersuchungen der Bewegungsverhältnisse der Sterne in der Sonnenumgebung. Diese Untersuchungen haben aber durch die BAADEsche Entdeckung der Sternpopulationen I und II neue Anregung erfahren, so daß wir heute vor neuen Ansätzen einer Dynamik des Sternsystems stehen [*16*].

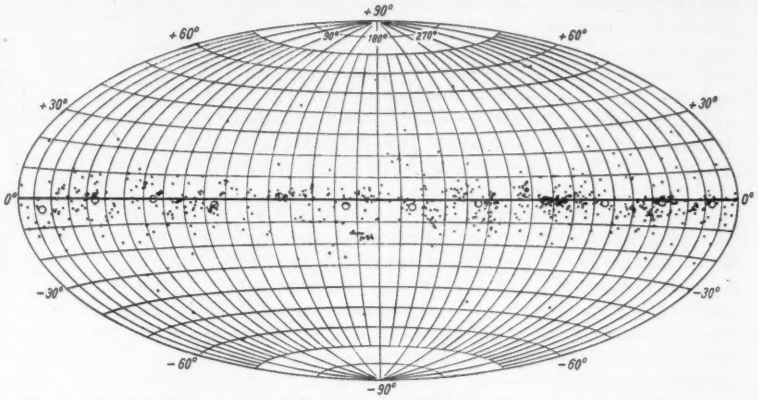


Fig. 7. Galaktische Verteilung der B-Sterne von $7^m_{,}26$ bis $8^m_{,}25$. Die Zahlen am Rand bezeichnen galaktische Breitenkreise.

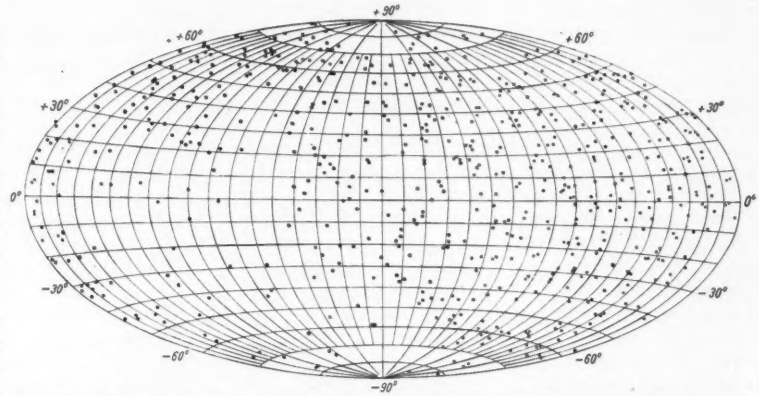


Fig. 8. Galaktische Verteilung von über 600 Schnelläufern. Die Zahlen am Rand geben die galaktischen Breiten an. Die geringere Punktdichte in der linken unteren Hälfte der Figur erklärt sich aus der weniger vollständigen Durchmusterung des Südhimmels.

4. Entstehung der Spiralstruktur.

Es gibt selbstverständlich noch viele ungelöste Probleme bei Spiralnebeln und beim Milchstraßensystem. Unter diesen möchte ich nur eines hervorheben, nämlich die Frage, wie sich bei einem Sternsystem hinreichend starker Abplattung Spiralarme entwickeln können. Wir sind heute ziemlich sicher, daß in der Symmetrieebene des Systems staubförmige Materie vorhanden sein muß, wenn sich überhaupt Spiralarme bilden sollen. Man schließt dies aus dem Umstand, daß sich bei allen Systemen mit Spiralarmen eine Absorption des Lichts in der Symmetrieebene des Nebels nachweisen läßt, während bei elliptischen Nebeln keine Lichtabsorption innerhalb des Nebels festgestellt werden kann. Eine starke Stütze dieser Auffassung bilden Überlegungen von BAADE und SPITZER [*17*] über die Struktur der Nebel in dem reichhaltigen Nebelhaufen Corona-Borealis. In diesem Haufen dürfte der mittlere Abstand zweier Nebel kaum das Zehnfache des mittleren Nebeldurchmessers übersteigen. Aufnahmen, die BAADE mit dem 5 m-Spiegel auf dem Mt. Palomar gewonnen hat, zeigen überraschenderweise in diesem Nebelhaufen kein einziges System, das Spiralarme besitzt, obwohl Objekte vorkommen, bei denen man normalerweise solche erwarten sollte. Diese Objekte besitzen einen ausgesprochenen Kern, umgeben von einer stark abgeplatteten, sehr viel lichtschwächeren äußeren Zone, die aber keine Spiralstruktur aufweist. Nach den Überlegungen von BAADE und SPITZER hängt dies direkt mit der großen Nebeldichte in diesem Nebelhaufen zusammen. Jeder einzelne Nebel erfährt im Laufe seiner Entwicklung eine größere Zahl von „Zusammenstößen" mit Nachbarnebeln. Bei der gegenseitigen Durchdringung zweier Sternsysteme verhält sich aber die in den Systemen vorhandene interstellare Materie ganz anders als die einzelnen Sterne. Wegen der außerordentlich großen freien Weglänge der einzelnen Sterne in einem Nebel — vergleichbar mit dem Durchmesser des Nebels — passiert beim Durchdringen zweier Sternsysteme den Sternen der Systeme praktisch nichts. Bei der interstellaren Materie ist dies wesentlich anders, weil die mittlere freie Weglänge der einzelnen Partikeln, aus denen sich die interstellare Materie zusammensetzt, sehr klein ist im Vergleich zu den Abmessungen des Systems. Der Einfluß eines „Zusammenstoßes" zweier Sternsysteme auf die in beiden Systemen enthaltene interstellare Materie kann so stark sein, daß die interstellare Materie aus den beiden Systemen herausgefegt wird und nach dem Zusammenstoß zwei von

interstellarer Materie im wesentlichen freie Systeme übrigbleiben, und der interstellare Staub in dem Raum zwischen den Sternsystemen zurückbleibt. Dadurch wird sofort verständlich, daß man bei Nebeln in reichhaltigen Nebelhaufen keine Spiralstruktur entdeckt: Wegen der zahlreichen Zusammenstöße der Nebel ist die staubförmige Materie aus den Einzelsystemen herausgefegt worden; das einzelne Sternsystem besitzt dann nicht mehr die notwendige Voraussetzung, die zur Bildung von Spiralarmen führen kann. Wir sind jedoch noch weit davon entfernt, angeben zu können, wie bei einem System, das interstellare Materie enthält, sich, wenn eine hinreichend starke Abplattung erreicht ist, Spiralarme im einzelnen entwickeln.

Ich möchte diese Ausführungen dadurch schließen, daß ich noch einmal auf Kants „Allgemeine Naturgeschichte und Theorie des Himmels" vom Jahr 1755 zurückgreife. Es heißt dort [*18*]:

„Wenn die Größe eines planetischen Weltbaues, darin die Erde als ein Sandkorn kaum bemerket wird, den Verstand in Verwunderung setzt, mit welchem Erstaunen wird man entzücket, wenn man die unendliche Menge Welten und Systemen ansiehet, die den Inbegriff der Milchstraße erfüllen; allein wie vermehrt sich dieses Erstaunen, wenn man gewahr wird, daß alle diese unermeßliche Sternordnungen wiederum die Einheit von einer Zahl machen, deren Ende wir nicht wissen, und die vielleicht ebenso wie jene unbegreiflich groß . . . ist."

Literatur.

[*1*] Kant, I.: Schriften zur Naturphilosophie. Herausgeg. von O. Buek. 1. Abt.: Allgemeine Naturgeschichte und Theorie des Himmels, 3. Aufl., S. 43. Leipzig 1922. — [*2*] Kant, I.: Schriften zur Naturphilosopie. Herausgeg. von O. Buek. 1. Abt.: Allgemeine Naturgeschichte und Theorie des Himmels, 3. Aufl., S. 45. Leipzig 1922. — [*3*] Kant, I.: Schriften zur Naturphilosophie. Herausgeg. von O. Buek. 1. Abt.: Allgemeine Naturgeschichte und Theorie des Himmels, 3. Aufl., S. 47f. Leipzig 1922 — [*4*] Hubble, E.: The Realm of the Nebulae, Kap. 2, insbesondere Plate I/II. Oxford University Press 1936. — [*5*] Shapley, H.: Publ. Astr. Soc. Pacific **31**, 261 (1919). — [*6*] Schalén, C.: Naturwiss. **36**, 33 (1949). — [*7*] Becker, W.: Sterne und Sternsysteme, 2. Aufl., S. 296f. Dresden: Theodor Steinkopff 1950. — [*8*] Hubble, E.: The Realm of the Nebulae, Kap. 3. Oxford University Press 1936. — Bruggencate, P. ten: Naturwiss. **24**, 609 (1936); **25**, 561 (1937). — [*9*] Leavitt, H. S.: Harvard Circular No 173. 1912. — [*10*] Shapley, H.: Star Clusters. Harvard Monogr. No 2. 1930. — [*11*] Hubble, E.: Astrophysic. J. **69**, 103 (1929). — [*12*] Shapley, H.: Harvard Bull. No 895. 1934. — [*13*] Becker, W.: Sterne und Sternsysteme, 2. Aufl., S. 398. Dresden: Theodor Steinkopff 1950. — [*14*] Baade, W.: Astrophysic. J. **100**, 137 (1944). — [*15*] Baade, W.: Astrophysic. J. **100**, 143 (1944). — [*16*] Fricke, W.: Naturwiss. **38**, 438 (1951). — [*17*] Baade, W., and L. Spitzer: Astrophysic. J. **113**, 413 (1951). — [*18*] Kant, I.: Schriften zur Naturphilosophie. Herausgeg. von O. Buek. 1. Abt.: Allgemeine Naturgeschichte und Theorie des Himmels, 3. Aufl., S. 50. Leipzig 1922.

Universitäts-Sternwarte Göttingen.

Eingegangen am 13. September 1951.

Über den Nachweis von Reduktionsorten in Bazillen und Bakterien und ihren Zusammenhang mit den sogenannten Nukleoiden.

Von Rudolf Preuner und Jutta von Prittwitz und Gaffron.

Ein gewisser, maßgeblicher Teil der Stoffwechselvorgänge in Mikroben beruht auf enzymgesteuertem Transport von Wasserstoff, d. h. auf Oxydationen und Reduktionen. Bei der Untersuchung dieser Vorgänge hat man schon früh sog. Redoxindikatoren verwandt. Es sind dies Substanzen, die in der Lage sind, sich als Akzeptoren des dehydraseaktivierten Wasserstoffes in Redoxsysteme einzuschalten, die bekanntlich durch Stoffe mit SH-Gruppen wie Cystein, Glutathion oder sog. Co-Enzyme dargestellt werden. Ein klassischer Redoxindikator ist das Methylenblau, das den Wasserstoff an sein Chloratom anlagern kann und dabei in die Leukoverbindung übergeht. Da dieser Vorgang reversibel ist, muß bei diesem Versuch der Luftsauerstoff ferngehalten werden, da sonst die farblose, hydrierte Verbindung wieder in die gefärbte dehydrierte (oxydierte) übergeht. Der Indikator ist also nicht sauerstoffest. Die Reversibilität dieses Vorganges ist ebenso wie die Wasserlöslichkeit des Methylenblaus und auch der anderen üblichen Redoxinindikatoren bei manchen Untersuchungen ein Nachteil, weil man mit ihnen zwar die durchschnittliche enzymatische Leistung von Mikrobenpopulationen erkennen kann, nicht aber in einzelnen Individuen Reduktionsvorgänge örtlich festzulegen vermag. Man kann also mit den bisher üblichen Redoxindikatoren keine funktionelle Morphologie treiben.

Um diese Lücke auszufüllen, haben Kuhn und Jerchel [*11*] eine neue Gruppe von Redoxindikatoren eingeführt, deren Eigenschaften einen Erfolg bei solchen funktionell-morphologischen Untersuchungen erhoffen ließen. Sie verwandten Tetrazoliumsalze, deren reduzierte Stufen gefärbte, sauerstoffeste und wasserunlösliche Formazane sind. Bielig, Kausche und Haardick [*1*] haben als erste diese Eigenschaften der Tetrazoliumsalze benutzt, um reduktive Stoffwechselvorgänge in Bakterien am Einzelindividuum zu erforschen. Sie haben Bildung, Lagerung und Verhalten des Formazans in lebenden, wachsenden Kulturen von *Escherichia coli* und *Eberthella typhosa* genauer untersucht und gaben den gelb- bis rubinroten, in den Bakterien auftretenden, gefärbten Bereichen den Namen „Reduktionsorte". Neben einer Reihe anderer Befunde stellten die vorgenannten Autoren fest, daß diese Reduktionsorte bei 6 bis 10 Std alten Kulturen von Typhus- und Colonbakterien nach einer 1 bis 30 min langen Einwirkung einer 0,1 % Triphenyltetrazoliumchlorid (TTC) enthaltenden Nährbrühe vornehmlich an den Polen der Zellen liegen. Bei in der Teilung begriffenen Bakterien sollen Reduktionsorte auch in der Zellmitte vorkommen.

Bielig, Kausche und Haardick haben versucht, die ihnen typisch erscheinende Anordnung der Reduktionsorte des TTC in jungen Bakterien mit der Anordnung anderer bekannter Orte zu vergleichen. So glaubten sie feststellen zu können, daß ihre Reduktionsorte sich praktisch mit folgenden anderen, charakteristischen Gebilden innerhalb der Bakterien decken:

1. In der Nähe der Zellpole, aber nicht absolut polständig fanden sie nach Züchtung auf N-freiem Nährsubstrat bei Keimen, die nicht mit TTC in Berührung gewesen waren, elektronenmikroskopisch Strukturen, die dem lytischen Phagenangriff Widerstand leisteten. 2. Ähnliche Strukturelemente fanden die

Verfasser in Übereinstimmung mit MALMGREN und HEDEN [12] nach den Analysemethoden von CASPERSSON [7], [8] im UV-Mikroskop bei einer Wellenlänge von $\lambda = 2570$ Å. 3. Mit der FEULGEN-Reaktion, der GIEMSA-Färbung, der ROBINOWschen HCl-GIEMSA-Methode usw. lassen sich die von PIEKARSKI [14], [15] als „Nukleoide" bezeichneten, thymonukleinsäurehaltigen Körper nachweisen, deren Lagerung — nach der Ansicht von BIELIG, KAUSCHE und HAARDICK — mit derjenigen der Reduktionsorte weitgehend übereinstimmt. Die aus den mitgeteilten Indizienbeweisen von ihnen gezogenen Folgerungen sind etwa folgende: Die Formazanreaktion ist als Indikator für Existenz und Tätigkeit der Thymonukleinsäurekonzentrate in lebenden Mikroben aufzufassen, da an den Reduktionsorten thymonukleinsäurehaltige Nukleoproteide liegen; am weiteren Aufbau der Reduktionsorte sind auch Ribonukleotide beteiligt. Die Thymonukleinsäureanhäufungen umgreifen nach Ansicht vieler Forscher [2], [15], [16], [17], [18] Stoffe mit Zellkern-, vornehmlich Chromosomenfunktionen. Man könnte also die Formazanreaktion zum Nachweis der bakteriellen Kernäquivalente sowie zur Untersuchung ihres Fermentmechanismus verwenden, was von prinzipieller Wichtigkeit wäre. WALLHÄUSER hat diese Folgerungen aufgegriffen. Auf der diesjährigen Tagung der Deutschen Gesellschaft für Hygiene und Mikrobiologie zeigte er in einem eindrucksvollen Film vom Wachstum des *Bacillus mycoides* auf TTC-haltigem Agar in den lebenden und sich teilenden Bazillen Formazanablagerungen, die sich in einem nicht allzu großen Bereich der Bazillenzelle langsam bewegten. Er zog daraus in Anlehnung an BIELIG, KAUSCHE und HAARDICK Rückschlüsse auf eine an den gleichen Orten wie seine Formazananhäufungen in den Bazillen liegende thymonukleinsäurehaltige Substanz (Nukleoide). Dies hat auch BRINGMANN [6] in seiner neuesten Arbeit über die Feinstruktur von *Polymyxa Prazmowski* getan.

Zur Nachprüfung der zitierten Befunde wurde von folgender Überlegung ausgegangen: Wenn Reduktionsorte und Nukleoide identisch sind bzw. das Nukleoid ein integrierender Teil eines Reduktionsortes ist, so müssen bei dem Versuch, Nukleoide und Reduktionsorte in *demselben* Präparat zur Darstellung zu bringen, die beiden Gebilde räumlich zusammenfallen, oder es müßten sich, wenn man sich genau an das von BIELIG, KAUSCHE und HAARDICK mitgeteilte Schema hielte, beide Körper zum größeren Teile überlagern und in unmittelbarer Nähe der Zellpole zu finden sein. Gegen eine solche Nachprüfung läßt sich der Einwand erheben, daß bei der Darstellung der Nukleoide nach FEULGEN oder nach der HCl-GIEMSA-Methode ROBINOWs durch Fixierung, Hydrolyse, Färbung, Differenzierung und Gegenfärbung der ursprüngliche Verteilungszustand der Thymonukleinsäure, wie BIELIG, KAUSCHE und HAARDICK schreiben, nicht unwesentlich verändert sein kann. Es dürfte sich hierbei aber lediglich um einen Einfluß auf die *Ausdehnung* des FEULGEN-positiven Bereiches innerhalb der Mikrobenzelle handeln. Um möglichst viele undefinierte Eingriffe bei der Präparation der Bakterien zu vermeiden, haben wir bei unserer Technik auf jede Fixierung, Differenzierung und Gegenfärbung verzichtet. An Stelle des Farbstoffes nach GIEMSA verwandten wir wäßrige Fuchsinlösung [16], [17], die Hydrolyse wurde nach dem Vorschlag von STILLE [19] schonend, d.h. verlängert bei 42° C anstatt bei 60° C mit n-HCl vorgenommen. Die mit dieser Technik erhaltenen Bilder stimmen weitgehend mit den Bildern überein, die man bei Anwendung der von BOIVIN und seiner Schule [3], [4], [13], [21], [22] inaugurierten Technik der Nukleasenanwendung zur Darstellung der Nukleoide erhält. Wir sind aus den angeführten und auch aus anderen Gründen [16], [17], [23], [24] überzeugt, daß die mit den erwähnten Methoden dargestellten Gebilde wahrscheinlich nicht mit der reellen *Form*, wohl aber mit der reellen *Lagerung* der Nukleoide in der Zelle übereinstimmen. Dies leiten wir auch aus der Tatsache ab, daß Lage und Anzahl der Nukleoide in einer Zelle in genauer Übereinstimmung mit dem jeweiligen biologischen Zustand des Bakterienindividuums stehen. Vorvegetative Formen der Sporenbazillen besitzen ein zentral gelagertes Nukleoid [16], [18]. In schneller Teilung befindliche Individuen aus dem Anfang der in logarithmischer Progression fortschreitenden Phase der Vermehrung haben meist zwei Nukleoidpaare. Läßt die Vermehrungsgeschwindigkeit nach, so ist die Trennung in Paare bei den vorhandenen zwei Nukleoiden meist färberisch nicht mehr darstellbar. Ruhende, aber intakte Stäbchen zeigen häufig nur *ein* ziemlich groß erscheinendes Nukleoid im Zentrum. Versporende Bazillen haben die von KLIENEBERGER-NOBEL näher beschriebene komplizierte, in diesem Zusammenhange nicht näher interessierende Art der Nukleoidanordnung [9], [10]. Die Nukleoide können in Abhängigkeit von definierten äußeren Einflüssen (UV-Strahlen, Desinfektionsmittel, Antibiotica usw.) ihre Anzahl und Lagerung in der Mikrobenzelle charakteristisch verändern [5], [17], [20]. TTC ist ein Stoff, der nach BIELIG, KAUSCHE und HAARDICK in reduziertem Zustand als Formazan Invertseifencharakter[1]) hat und damit für Bakterien giftig ist. Es ist zunächst nichts darüber bekannt, ob Funktion und Anordnung der Thymonukleinsäure in der lebenden Zelle durch dieses Gift beeinflußt werden. Wir haben versucht, die angegebenen Fragen durch gleichzeitige Darstellung von Reduktionsorten und Nukleoiden in derselben Bakterienzelle einer Klärung näher zu bringen.

In Übereinstimmung mit den anderen Autoren [1], [25] stellten wir fest, daß TTC für Bazillen und Bakterien giftig ist. Schon Konzentrationen von 0,1% im Nährsubstrat führten bei den von uns verwandten Keimen zu Teilungsverlangsamung, höhere zu Teilungshemmung. Sporen von *Bacillus subtilis*, die wir auf Agar und in Nährbrühe mit verschiedenen Konzentrationen von TTC zur Auskeimung zu bringen versuchten, wurden bei TTC-Konzentrationen von 0,2 bis 0,015% an der Auskeimung verhindert. Es fanden sich vorvegetative Formen und selten kurze, nicht mehr teilungsfähige Stäbchen, beide häufig mit polarer Formazaneinlagerung. Nach 60 min Hydrolyse bei 42° C mit n-HCl und nachfolgender Fuchsinfärbung waren Nukleoide neben den überstrahlenden Kristallen des Formazans nicht sicher darstellbar. Die bei noch niedrigeren Konzentrationen als 0,015% ungehemmt aus den Sporen auskeimenden Bazillen zeigten keine Formazaneinlagerungen.

[1]) Unter Invertseifen versteht man Netzmittel, deren Wirkgruppe das Kat-Ion ist, während bei den Seifen das An-Ion den wirksamen Anteil darstellt.

Wir gingen dann dazu über, Bazillen und Bakterien aus dem Beginn der logarithmischen Vermehrungsphase, also etwa 3 bis 4 Std alte Kulturen, durch Verimpfung auf 0,1 % TTC enthaltenden hochwertigen Nähragar — filtrierter Levinthalagar — zur Bildung von Formazan zu veranlassen.

Technik: Je $3^1/_2$stündige Kulturen eines *Subtilis*- und eines *Mycoides*stammes — ausgehend von Sporenaufschwemmungen —

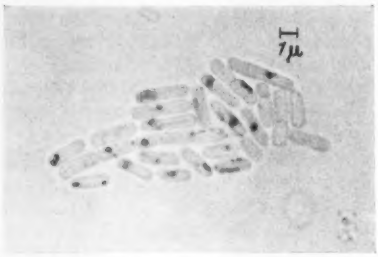


Fig. 1. Proteus vulgaris, lebend auf Agar, Formazaneinlagerungen, Hellfeld, 3000mal.

sowie je $3^1/_2$stündige Kulturen von *Escherichia coli* und *Proteus vulgaris* — ausgehend von 18 Std alten Schrägagarkulturen — wurden auf kleine, auf dem Objektträger liegende, 0,1 % TTC enthaltende Levinthalagarplättchen gebracht, mit einem sterilen Deckgläschen bedeckt und 45 min bei 37° C in feuchter Kammer bebrütet.

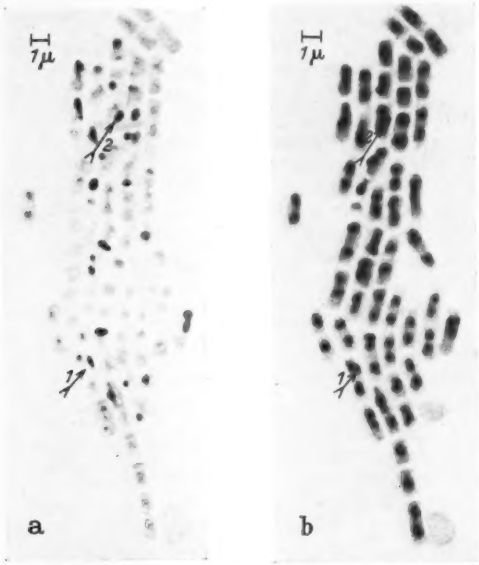


Fig. 3a u. b. a Bacillus mycoides, hydrolysiert, Formazaneinlagerungen, Hellfeld, 3000mal; b dasselbe Gesichtsfeld wie Fig. 3a nach Färbung mit Fuchsin. Dieselben Formazaneinlagerungen wie Fig. 3a und Nukleoide, Hellfeld, 3000mal. (Die Pfeile in a und b zeigen auf deutlich von Nukleoiden getrennt liegende Formazaneinlagerungen.)

Nach dieser Zeitspanne zeigten die Bazillen eine sehr reichliche, die Bakterien eine etwas geringere Einlagerung von Formazan (Fig. 1 und 2). Dann wurden die Deckgläschen leicht gegen den Agar angedrückt, vorsichtig abgehoben, und nach Eintrocknen des am Deckgläschen haftenden Präparates wurde dieses 60 min bei 42° C mit nHCl hydrolysiert. Danach wurde das ungefärbte, hydrolysierte, auf einem Objektträger in Wasser suspendierte Präparat mikroskopisch kontrolliert und ein geeignetes Gesichtsfeld photographiert (Fig. 3a und 4a). Die Färbung der Nukleoide erfolgte mit wäßriger Fuchsinlösung durch Hindurchsaugen der Farblösung zwischen Deckglas und Objektträger unter mikroskopischer Kontrolle. Erneute photographische Aufnahme (Fig. 3b und 4b).

Das Aufnahmepaar der Fig. 3 zeigt einen *Mycoides*stamm, Fig. 4 einen Stamm von *Bacillus subtilis*. Auf beiden Figuren kann man an mehreren Stellen — siehe eingezeichnete Pfeile — den in Figur a allein sichtbaren Reduktionsort in Figur b getrennt von den durch die Nachfärbung sichtbar gemachten Nukleoiden liegen sehen. Da die hier zur Darstellung der

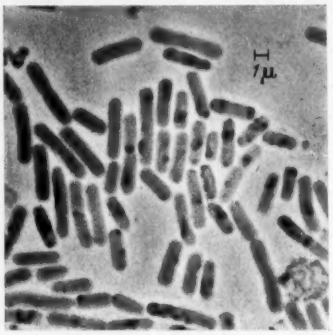


Fig. 2. Bacillus mycoides, lebend auf Agar, Formazaneinlagerungen, Phasenkontrast, 2000mal.

Nukleoide angewandte HCl-Fuchsintechnik bisher bei sämtlichen Nachprüfungen [*17*] mit der Feulgenschen Nuklearreaktion übereinstimmte, kann vorausgesetzt werden, daß die angewandte Art der Darstellung der

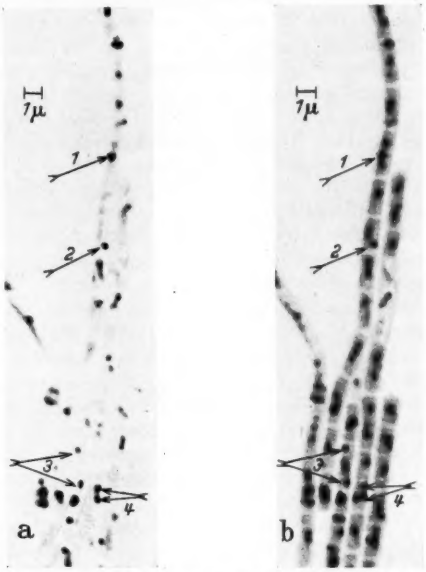


Fig. 4a u. b. a Bacillus subtilis, hydrolysiert, Formazaneinlagerungen, Hellfeld, 3000mal; b dasselbe Gesichtsfeld wie Fig. 4a nach Färbung mit Fuchsin. Dieselben Formazaneinlagerungen wie Fig. 4a und Nukleoide, Hellfeld, 3000mal.

Nukleoide korrekt ist. Wir sehen also, daß die oben diskutierten Meinungen über die Zusammenhänge zwischen Reduktionsorten einerseits und Orten der Lagerung der Thymonukleinsäure andererseits *nicht* zutreffen.

Diskussion der Ergebnisse.

Die von Bielig, Kausche und Haardick bei *Escherichia coli* und *Eberthella typhosa* gefundene Beziehung zwischen den Reduktionsorten von Triphenyltetrazoliumchlorid und den durch die HCl-Fuchsinmethode darstellbaren Orten der Thymonukleinsäure

(Nukleoide nach PIEKARSKI) konnte weder bei Sporenbazillen noch bei *Escherichia coli* und *Proteus vulgaris* bestätigt werden. Es war vielmehr möglich, an Hand der vorliegenden Figuren zu zeigen, daß die Nukleoide von den Orten der Einlagerung von Formazan unabhängig sind. Das Auftreten des Formazans im Bakterienleib ist auf Grund seiner Giftigkeit weitgehend konzentrationsabhängig. Auf den Umfang der Einlagerungen üben, wie wir uns überzeugen konnten, außerdem die Güte des zur Kultivierung benutzten Nährsubstrates sowie die Teilungsgeschwindigkeit der Bakterien zu Beginn der TTC-Behandlung einen nicht unerheblichen Einfluß aus. Eine charakteristische Lagerung der Reduktionsorte in der Mikrobenzelle konnten wir in keinem Falle feststellen, da auch in vorvegetativen Sporen die Reduktionsorte nur meist, aber nicht immer, polar gelagert waren. In manchen Zellen mit Formazaneinlagerungen waren Nukleoide überhaupt nicht mehr nachweisbar. Wir führten diesen Befund auf die Giftwirkung des Formazans zurück. Auf Grund unserer Erfahrungen über Feinstrukturänderungen unter der Einwirkung äußerer Mittel [17] halten wir es nicht für angebracht, physiologische Vorgänge und Strukturen mit einem Redox-Indikator untersuchen zu wollen, von dem wir wissen, daß er als Gift möglicherweise in der Lage ist, die in Frage stehenden Strukturen selbst zu verändern.

Für die Anfertigung der Mikrophotographien sind wir Herrn ALBRECHT TRONNIER zu besonderem Dank verpflichtet.

Literatur.

[1] BIELIG, H. J., G. A. KAUSCHE u. H. HAARDICK: Z. Naturforschg. 4b, 80 (1949). — [2] BOIVIN, A.: C. r. Soc. Biol. Paris 142, 1258 (1948). — [3] BOIVIN, A., R. TULASNE, R. VENDRELY u. R. MINCK: Arch. Sci. Physiol. 1, 307 (1947). — [4] BOIVIN, A., R. TULASNE, R. VENDRELY u. R. MINCK: Presse méd. 1948, 37. — [5] BRAUN, H., u. F. YALIM: Istanbul Seririyati Yil XXX, 9 Eylul (1948). — [6] BRINGMANN, G.: Zbl. Bakter. I Orig. 156, 547 (1950/51). [7] CASPERSSON, T.: Chromosoma 1, 562 (1940). — [8] CASPERSSON, T., u. K. BRAND: Protoplasma 35, 507 (1941). — [9] KLIENEBERGER-NOBEL, E.: Schweiz. Z. Path. u. Bakter. 10, 4 (1947). — [10] KLIENEBERGER-NOBEL, E.: J. of Hyg. 44, 99 (1945). — [11] KUHN, R., u. B. JERCHEL: Ber. dtsch. chem. Ges. 74, 949 (1941). — [12] MALMGREN, B., u. C. G. HEDEN: Acta path. scand. (København.) 24, 418 (1947). — [13] MINCK, R.: C. r. Soc. Biol. Paris 142, 246 (1948). — [14] PIEKARSKI, G.: Erg. Hyg. 26, 333 (1949). — [15] PIEKARSKI, G.: Naturwiss. 37, 201 (1950). — [16] PREUNER, R.: Arch. f. Hyg. 134, 281 (1951). — [17] PREUNER, R., u. J. v. PRITTWITZ u. GAFFRON: Zbl. Bakter. I Orig. 157, 244 (1951). — [18] ROBINOW, C. F.: The Bacterial Cell. Addendum Havard Univ. Monograph Nr. 6. 1947. — [19] STILLE, W.: Arch. Mikrobiol. 8, 125 (1937). — [20] TULASNE, R., R. MINCK et A. MINCK: C. r. Soc. Biol. Paris 228, 1262 (1949). — [21] TULASNE, R., et R. VENDRELY: Soc. Biol. 1947, 674. — [22] TULASNE, R., et R. VENDRELY: Nature [London] 1947, 225. — [23] WINKLER, A.: Z. Naturforschg. 6b, 72 (1951). — [24] WINKLER, A., u. M. KNOCH: Zbl. Bakter. I Orig. 157, 239 (1951). — [25] WUNDT, W.: Dtsch. med. Wschr. 1950, 1471.

Hygiene-Institut der Universität Göttingen (Direktor: Professor Dr. FRANZ SCHÜTZ).

Eingegangen am 24. Oktober 1951.

Kurze Originalmitteilungen.

Für die Kurzen Originalmitteilungen sind ausschließlich die Verfasser verantwortlich.

Bestimmung der Elektronenaustrittsspannungen von Cd, Cu, Sn, Zn auf Grund ihrer Voltaspannungen gegen Ag.

In einer früheren Arbeit[1]) war versucht worden, die Voltaspannungen einer Reihe von Metallen bei Zimmertemperatur zu bestimmen, nachdem die oxydischen und sonstigen Verunreinigungen der Oberfläche durch Abschaben mit einem Schaber aus Widia-Metall im Vakuum beseitigt worden waren. Diese Methode ist inzwischen in verschiedener Hinsicht, z. B. durch Anwendung besseren Vakuums (10^{-6} Torr) sowie durch Beseitigung restlicher Verunreinigungen in der Apparatur wesentlich verbessert worden. Der Erfolg dieser Verbesserungen geht aus der Gewinnung einer Reihe von Voltaspannungen hervor, die mit einer Reproduzierbarkeit von ± 10 mV und einer Konstanz während eines Zeitintervalles von 30 min nach dem Schaben erzielt wurden. In der Tabelle 1 stehen zunächst die auf Silber bezogenen Mittelwerte der gemessenen Voltaspannungen der obigen Metalle. Sie wurden bestätigt, indem jedes der angegebenen Metalle in den Meßreihen nacheinander als Bezugsmetall verwendet wurde. Anschließend stehen die unter Verwendung der Elektronenaustrittsspannung 4,74 V für Silber[2]) berechneten Austrittsspannungen der gemessenen Metalle.

Tabelle 1.

Voltaspannungen:			
Cd/Ag	Cu/Ag	Sn/Ag	Zn/Ag
$+250 \pm 8$ mV	-119 ± 4 mV	$+104 \pm 7$ mV	$+93 \pm 8$ mV
Elektronenaustrittsspannungen:			
Cd	Cu	Sn	Zn
4,49 V	4,86 V	4,64 V	4,65 V

Aus dem Physikalisch-Chemischen Laboratorium der Universität Erlangen.

R. HIRSCHBERG und E. LANGE.

Eingegangen am 13. Februar 1952.

[1]) FIANDA, F., u. E. LANGE: Z. Elektrochem. 55, 237 (1951).
[2]) Nach freundlicher brieflicher Mitteilung von R. SUHRMANN.

Der Verdampfungskoeffizient des Kaliums zwischen 66 und 111°C.

Die Verdampfungsgeschwindigkeit einer Flüssigkeit ins Vakuum beträgt nach der bekannten Formel von KNUDSEN

$$\frac{dn}{dt} = \frac{\alpha \cdot p}{\sqrt{2\pi m k T}}.$$

In dieser Gleichung bedeuten dn/dt die Zahl der pro sec und cm² der Flüssigkeitsoberfläche verdampfenden Molekeln, m die Masse einer Molekel im Dampfzustand, k die BOLTZMANNsche Konstante, T die absolute Temperatur der Oberfläche und p den Sättigungsdruck der Flüssigkeit bei dieser Temperatur. Über den Verdampfungskoeffizienten α liegt zur Zeit nur wenig Material in der Literatur vor. Insbesondere konnte bisher nur bei einer einzigen Flüssigkeit, nämlich Quecksilber, mit Sicherheit ein Wert von genau 1,0 nachgewiesen werden[1]).

Fig. 1. Verdampfungsgefäß. *A* Silberdraht; *B* Platindraht; *C* Schutzrohr; *D* Abschmelzstelle.

Zu den Untersuchungen an Kalium (Schmelzpunkt 63,6° C) wurde das in Fig. 1 dargestellte Verdampfungsgefäß benutzt. Ein etwa 1 cm langer und 0,1 mm dicker Silberdraht *A* ist in einer passenden axialen Bohrung am unteren Ende des dicken Platindrahts *B* eingeklemmt. Dieser ist 1 mm stark und so in dem Schutzrohr *C* eingeschmolzen, daß sein oberes Ende etwa 5 mm herausragt (Gesamtlänge 4 bis 5 cm). Das Schutzrohr ist unten zu einer Kapillaren von 1 bis 1,5 mm Lumen verengt, die den Silberdraht umschließt, ohne ihn zu berühren. Vor dem Abschmelzen des evakuierten und ausgeheizten Verdampfungsgefäßes wurde eine kleine Menge (etwa 0,2 g) durch mehrfache Vakuumdestillation gereinigten Kaliums hineindestilliert.

Ein geeignet gebauter, von der Thermostatenflüssigkeit durchflossener gläserner Heizmantel ermöglicht es zunächst, das gesamte Kalium in die Spitze *D* umzudestillieren. Dann wird durch vorsichtiges Kühlen des herausragenden Platindrahts unter gleichzeitiger Erwärmung der Abschmelzstelle *D* das Kalium auf den Silberdraht destilliert. Dieser wird von

dem flüssigen Kalium meistens so schlecht benetzt, daß sich mehrere Tropfen perlschnurartig übereinander bilden. Durch leichtes Klopfen wurden sie schließlich zu einem einzigen Tropfen von 0,5 bis 1 mm Querdurchmesser am unteren, kugelförmig verdickten Ende des Drahtes vereinigt. Darauf wird das Verdampfungsgefäß auf den größten Teil seiner Länge einschließlich der Platindrahtspitze in die Heizmantelflüssigkeit eingetaucht, die auf die Meßtemperatur eingestellt ist, während das herausragende untere Ende in Eiswasser oder einer Kältemischung gekühlt wird. Die zeitliche Abnahme der Tropfengröße wurde entweder durch in geeigneten Zeitintervallen hergestellte Mikroaufnahmen verfolgt, oder es wurde mit einem Meßmikroskop lediglich Längs- und Querachse ausgemessen, da die Tropfengestalt in guter Näherung ein Rotationsellipsoid darstellt. Auf weitere Einzelheiten der Auswertung, wie der Eliminierung von Kriech- oder Oberflächendiffusionseffekten, kann hier nicht eingegangen werden. Aus den in der Tabelle 1 aufgeführten Versuchsergebnissen glauben wir folgern zu können, daß der Verdampfungskoeffizient des flüssigen Kaliums wie beim Quecksilber dem Wert 1 sehr nahe kommt.

Tabelle 1.

Versuchstemperatur	Versuchsdauer	Verdampfungskoeffizient
66,6° C	200 Std	1,03 ± 0,05
66,7° C	211 Std	1,05 ± 0,05
104,5° C	180 min	1,01 ± 0,05
111,0° C	290 min	1,00 ± 0,05
111,2° C	190 min	0,95 ± 0,05

Dem Lauterbacher Museum e.V. danken wir für erwiesene Gastfreundschaft, ebenso dem Herrn Uhrmachermeister Tiges in Lauterbach für verständnisvolle Hilfe bei der Anfertigung des Apparats.

Institut für Physikalische Chemie der Justus-Liebig-Hochschule Gießen, zur Zeit Lauterbach und Gießen.

Kurt Neumann und Kurt Schmoll.

Eingegangen am 31. Januar 1952.

[1]) Knudsen, M.: Ann. Phys. 47, 697 (1915). — Volmer, M., u. I. Estermann: Z. Physik 7, 1 (1921).

Das Auflösungsvermögen von Dreischichten-Farbfilmen.

Das Auflösungsvermögen photographischer Schichten hängt von einer Reihe von Größen ab: von der Korngröße der verwendeten Silberhalogenidemulsion, von der Ausbildung des Diffusionslichthofes, der durch Schirmfarbstoffe verringert werden kann, von dem γ-Wert, den die Schicht bei der jeweils verwendeten Entwicklung zeigt, und von der Schichtdicke, die das Bild in Anspruch nimmt. Je feiner das Korn, je kleiner der Diffusionslichthof, je höher der γ-Wert und je kleiner die Schichttiefe, in die das Bild eindringt, desto höher ist das Auflösungsvermögen der Schicht, desto größer ist also die Anzahl äquidistanter, abwechselnd belichteter und unbelichteter Streifen, die man pro mm auf der Schicht abbilden kann, ohne daß die Streifen ineinander zu einer gleichmäßigen, strukturlosen Fläche verschmelzen. Als man dazu überging, für farbenphotographische Wiedergaben die chromogene Entwicklung heranzuziehen, bei der das Bild nicht mehr durch Silberkörner, sondern durch die gleichzeitig gebildeten Farbstoffablagerungen aufgebaut wird, neigte man zu der Annahme, daß das Auflösungsvermögen solcher Schichten ungleich größer sein müßte als dasjenige normal entwickelter Schichten, weil bei diesen Verfahren das Silber zum Schluß durch geeignete oxydierende Bäder entfernt wird, das verbleibende Farbstoffbild also „kornlos" ist. Diese Auffassung findet sich vielfach vertreten, obwohl wenig Messungen darüber veröffentlicht sind, wie groß das Auflösungsvermögen tatsächlich in solchen Fällen ist. Dazu kommt noch, daß zur Herstellung von Farbaufnahmen nach dem Farbentwicklungsprinzip bisher vier verschiedene Methoden ausgearbeitet wurden, die voneinander so stark abweichen, daß auch ein Unterschied im Auflösungsvermögen der Papiere und Filme zu erwarten ist, die nach diesen verschiedenen Verfahren arbeiten.

Bei dem ersten einfachsten Verfahren befindet sich der Farbkuppler in der Entwicklungslösung (Kodachrom, Ilford-Color, Fujicolor).

Beim zweiten ist der Kuppler als Verbindung in der Schicht enthalten, die nach ihrer Konstitution praktisch kein Diffusionsvermögen während der Entwicklung zeigt (Agfacolor, Ansco-Color, Ferraniacolor, Gevacolor, Telcolor).

Auch beim dritten Verfahren befindet sich der Kuppler in der Schicht, er ist jedoch in einem wasserunlöslichen organischen Material gelöst, das als feinste Tröpfchen in der Schichtgelatine verteilt ist (Ektachrom, Ektacolor, Kodacolor, Eastmancolor.

Beim vierten Verfahren ist die Gelatine als Bindemittel durch ein Polyvinylacetal ersetzt, an das die Kuppler chemisch gebunden sind (Dupont-Color).

Alle vier Verfahren erhalten übereinandergegossen drei Schichten (abgesehen von Gelbfilter- und Trennschichten), in

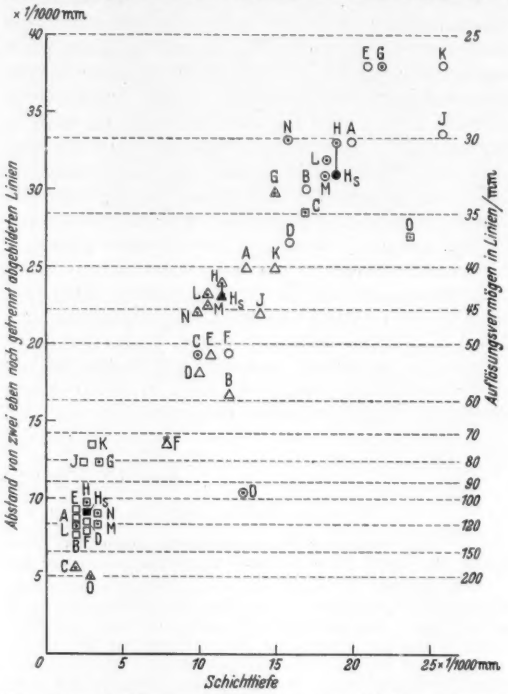


Fig. 1. Das Auflösungsvermögen von 14 verschiedenen photographischen Schichten des Handels unter Verwendung der vorgeschriebenen Farbentwicklungsverfahren. — Das Auflösungsvermögen der Einzelschichten (nach zwei Maßstäben) als Funktion der „Schichttiefe" (= Abstand e von der Oberfläche der ersten Silberhalogenidschicht bis zu $^1/_8$ Tiefe der untersuchten Schicht). □ Gelbschicht; △ Purpurschicht; ○ Blaugrünschicht. Die einen Punkt enthaltenden Zeichen weisen auf direkte, diejenigen ohne Punkt auf Umkehr-Farbentwicklung hin. *A* Gevacolor Umk.; *B* Ansco-Color Umk.; *C* DuPont-Color Positive; *D* Agfacolor Umk.; *E* Ilford-Color Film; *F* Kodachrom; *G* Agfacolor Neg.; *H* Agfacolor Pos.; H_s Agfacolor Pos. Schwarz-Weiß; *J* Ektachrom B; *K* Ektachrom T; *L* Telcolor Neg. *M* Ferraniacolor Neg. *N* Eastmancolor Neg. *O* Eastmancolor Pos.

denen sich die Farbentwicklung abspielt, und zwar entsteht das Gelbbild in der obersten, das Purpurbild in der mittleren und das Blaugrünbild in der untersten Schicht; nur beim Dupont-Color-Film sowie beim Eastmancolor-Kopierfilm ist die Reihenfolge anders, und zwar von oben gezählt: Purpur, Blaugrün, Gelb.

Es wurde nun für 14 der genannten Materialien das Auflösungsvermögen bestimmt, und zwar getrennt für die einzelnen Schichten, wobei jedoch gleichzeitig ermittelt wurde, in welcher Entfernung e sich das jeweils betrachtete Teilbild von der Oberfläche der gesamten Anordnung befand. In dem Diagramm (Fig. 1) finden sich die Ergebnisse in der Weise verzeichnet, daß das beobachtete Auflösungsvermögen in der Einzelschicht der genannten Größe e zugeordnet wurde. Hierbei ist das Auflösungsvermögen sowohl in der häufig benutzten Form: Anzahl der Linien pro mm, die eben noch getrennt abgebildet werden, als auch durch den Abstand jener Linien in $^1/_{1000}$ mm gekennzeichnet.

Überraschenderweise gruppieren sich die Beobachtungspunkte sehr nahe einer Geraden, ohne daß sich für das eine

oder andere der genannten vier Verfahren die drei zu einem Schichttripel gehörigen Punkte zu getrennten Gruppen abtrennen ließen, wie man es eigentlich erwartet hätte. Von überwiegendem Einfluß auf das Auflösungsvermögen ist also nicht die Form, in der der Kuppler beim Farbbildungsvorgang vorliegt, sondern allein entscheidend ist die Streuung innerhalb der Schicht während der Belichtung. Die zuoberst liegende Schicht unterliegt dem Diffusionslichthof am wenigsten, hier wird das Licht am wenigsten gestreut, hier findet sich also auch das höchste Auflösungsvermögen. Es wird kleiner mit zunehmender Schichttiefe, weil hier die Lichtstreuung wächst. Nur in der obersten Schicht wird das Auflösungsvermögen durch andere Faktoren bestimmt. — Ein etwas anderes Verhalten zeigt der Eastmancolor Positivfilm (Beispiel 0), der sich aber auch in seinem Aufbau von allen anderen Farbfilmen unterscheidet. Die ersten zwei Schichten enthalten verhältnismäßig wenig Silberhalogenid und erscheinen deshalb nur schwach getrübt; außerdem sind sie mit einer wasserlöslichen Farbe angefärbt. Danach würde man erwarten, daß die drei Meßpunkte auf einer flacher geneigten Geraden, und nicht auf einer sich den übrigen Werten annähernden, ansteigenden Kurve liegen. Da aber die Schichtreihenfolge umgestellt ist und die zweite Schicht auf Rot reagiert, das sowieso viel weniger stark gestreut wird als das kurzwelligere blaue Licht, für das die unterste Schicht empfindlich ist, liegt der Wert für die zweite Schicht etwas unterhalb und für die dritte Schicht oberhalb der erwarteten Geraden.

Eine weitere Bestätigung für die Tatsache, daß die Art der Farbentwicklung keinen wesentlichen Einfluß auf das Auflösungsvermögen hat, erhält man bei der Untersuchung von Farbfilmen, die nur Schwarz-Weiß entwickelt wurden. Es zeigt sich die gleiche Abhängigkeit des Auflösungsvermögens von der Schichttiefe wie bei den farbentwickelten Filmen (Beispiel H_s).

Zum Gesamtauflösungsvermögen eines Farbfilmes tragen die drei Schichten nicht in demselben Maße bei. In grober Annäherung kann man sagen, daß das Auflösungsvermögen der Purpurschicht als Maß für die Gesamtauflösung eines Dreischichtenfilmes betrachtet werden kann.

Einzelheiten, z.B. über das angewandte Meßverfahren, werden anderweitig veröffentlicht werden.

Photographisches Institut der Eidgenössischen Technischen Hochschule Zürich.

J. Eggert und W. Grossmann.

Eingegangen am 2. Februar 1952.

Mikroskopische Gefügeuntersuchung des Geschiebemergels.

Ein Geschiebemergel, bei dem die durch Scherflächen des Eises verursachte Bankung deutlich hervortritt, bietet die Gewähr, daß er während des Niedertauens keine wesentlichen Strukturänderungen erfahren hat. Damit ist die Möglichkeit gegeben, aus dem Korngefüge eines solchen Geschiebemergels ehemalige Bewegungsrichtungen des Eises zu erschließen. Entsprechende Untersuchungen des megaskopischen Korngefüges liegen durch die Betrachtung der Geschiebeeinregelung von K. Richter[1]), Ch. D. Holmes[2]), G. Lundquist[3]) u.a. vor. Eine verfeinerte *mikroskopische* Betrachtungsweise wäre um so mehr erwünscht, als nach neueren Untersuchungen der weichselzeitliche Eisrand sich weitgehend in einzelne Zungen aufgelöst hat (K. Gripp).

Für die vorliegenden Untersuchungen wurden Proben in Ebenen parallel zu den Scherflächen in verschiedenen Abständen von diesen sowie in Ebenen schräg oder senkrecht zu den Scherflächen entnommen. Zur mikroskopischen Untersuchung wurde ein Lackfilmpräparat benutzt [E. Voigt[4])].

Im mikroskopischen Korngefüge lassen sich im Sinne von B. Sander[5]):

1. Lineares Parallelgefüge
a) In Richtung a = parallel zur Eisbewegungsrichtung,
b) In Richtung B = senkrecht zur Eisbewegungsrichtung.

2. Flächiges Parallelgefüge erkennen. Während die Richtung B im megaskopischen Korngefüge nur selten gefunden wurde, tritt im mikroskopischen Korngefüge bei parallel zur Scherfläche entnommenen Proben lineares Parallelgefüge ganz allgemein in *zwei aufeinander senkrechten* Richtungen auf (Fig. 1 rechte Seite). Die Kornlängsachsen sind nämlich in der Nähe der Scherflächen in die Richtung a eingeregelt. Diese Richtung wird zur Mitte einer mächtigeren Geschiebemergelbank hin schrittweise durch eine B-Achse ersetzt. B tritt zunächst als Nebenrichtung, dann als Hauptrichtung, schließlich in der Mitte der Bank allein auf. Verschiedene Beobachtungen machen es wahrscheinlich, daß die B-Achsenlage durch Rotation der Einzelkörner um ihre Längsachse entsteht. Als Ursache für den Wechsel von der Richtung a in die Richtung B wird angenommen, daß durch die Scherbewegung des Eises auf den Scherflächen freiwerdendes Wasser eine Gleitzone schafft, in der die Kornlängsachse sich in die Richtung a einregelt. Die verflüssigende Wirkung des Wassers dürfte sich im Innern einer mächtigeren Bank verlieren und die Regelung hier durch Rotation erfolgen.

Man erhält durch eine Probenentnahme in Ebenen, die verschieden im Raum liegen, gewisse Vorstellungen über die räumliche Einregelung. Den Scherflächen des Geschiebemergels entspricht im mikroskopischen Korngefüge ein flächiges Parallelgefüge, welches der Lage nach mit dem Scherflächengefüge vollkommen übereinstimmt und nach den bisherigen Erfahrungen erst bei einer Neigung der Probenebene

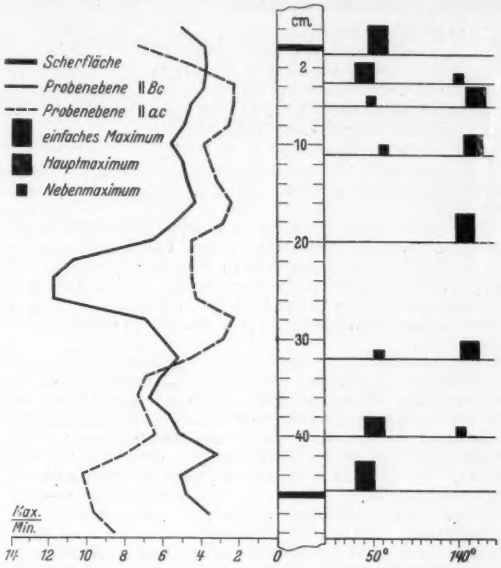


Fig. 1. Gefügeregelung innerhalb einer Geschiebemergelbank. Rechte Seite: Lineares Parallelgefüge. Linke Seite: Streuung des flächigen Parallelgefüges.

zur Scherflächenebene von über 20° sichtbar wird. Ist die Neigung geringer, erscheint das echte lineare Parallelgefüge. Aus dem Kurvenverlauf der Streuungswerte des flächigen Parallelgefüges innerhalb einer Geschiebemergelbank (Fig. 1 linke Seite) ergeben sich deutliche Beziehungen zu den verschiedenen Regelungsarten in der Nähe der Scherflächen und in der Mitte der Geschiebemergelbänke.

Nach den bisherigen Feststellungen handelt es sich bei den mitgeteilten Ergebnissen um Erscheinungen allgemeiner Natur. Damit ist die mikroskopische Methode durch Zeitersparnis, bequemere Arbeitsweise und die Möglichkeit, das Korngefüge auf engstem Raum zu untersuchen, gegenüber der megaskopischen Einmessung von Geschieben im Vorteil.

Geologisch-Paläontologisches Institut und Museum der Universität Kiel.

G. Seifert.

Eingegangen am 7. Januar 1952.

[1]) Richter, K.: Abh. geol.-pal. Inst. Greifswald **11** (1933).
[2]) Holmes, Ch. D.: Bull. Geol. Soc. America **52**, 1299 (1941).
[3]) Lundquist, G.: Sveriges Geol. Undersök **19**, 497 (1948).
[4]) Voigt, E.: Z. dtsch. geol. Ges. **88**, 273 (1936).
[5]) Sander, B.: Einführung in die Gefügekunde der Geologischen Körper, Teil I. Innsbruck u. Wien 1948.

Zur Papierchromatographie aromatischer Amine.

Mittels des von Birger Ekman[1]) angegebenen Lösungsmittelgemisches lassen sich auch die zum Teil wasserschwerlöslichen, therapeutisch wichtigen und viel gebrauchten Sulfonamide papierchromatographisch untersuchen und in der Regel trennen. Zweckmäßigerweise wurde die Zusammensetzung des Lösungsmittelgemisches etwas abgeändert und für eine größere

Untersuchungsreihe ein Gemisch von 32 Teilen Methylalkohol, 8 Teilen Wasser, 15 Teilen Amylalkohol und 45 Teilen Benzol verwendet. Das Lösungsmittelgemisch muß homogen sein. Heterogene Gemische führen zu abweichenden Resultaten. Verwendung fand Filtrierpapier Nr. 2043b für die Papierchromatographie von Schleicher & Schüll mit Angabe der Faserrichtung. Gearbeitet wurde in Faserrichtung mittels aufsteigender Papierchromatographie. Besprüht wurden die getrockneten Streifen mit n/10 HCl, 0,1% Natriumnitrit enthaltend. Danach wurde mit einer wäßrigen β-Naphthol-Sodalösung ein zweites Mal besprüht und erneut getrocknet. Die Sulfonamide sind dann bei längerer Übung teilweise bereits an der Farbtönung des gebildeten Farbstoffes zu erkennen. Fehlt eine kernständige Aminogruppe, ist die Methode nicht anwendbar.

Aus den Versuchsprotokollen seien nachstehend die R_f-Werte einiger der wichtigsten, heute in Deutschland verwendeten Sulfonamide mitgeteilt:

p-Aminobenzolsulfonamid	0,48
2-(p-Aminobenzolsulfonamido)-thiazol	0,54
2-(p-Aminobenzolsulfonamido)-pyridin	0,60
p-Aminobenzolsulfonazetylamid	0,58
p-Aminobenzolsulfonylguanidin	0,34
p-Aminobenzolsulfonamidothiocarbamid	0,20
p-Aminobenzolsulfonamidocarbamid	0,44

Die von EKMAN für die ersten drei vorstehenden Sulfonamide mitgeteilten R_f-Werte liegen etwas höher (0,53, 0,64 und 0,72).

Versuche, Butylalkohol, wasserhaltig oder ammoniakhaltig, als Lösungsmittel heranzuziehen, waren infolge langer Schwanzbildung wenig erfolgreich. Die R_f-Werte lagen bei Butylalkoholgemischen in der Regel höher. Zu sehr günstigen Resultaten, allerdings in der Hauptsache niederen R_f-Werten führen Lösungsmittelgemische von Wasser, Isopropylalkohol und Benzol.

Bei Verwendung des von EKMAN angegebenen Gemisches in der oben angegebenen modifizierten Zusammensetzung ist es notwendig, höchstens 150 γ Substanz aufzutragen, da andernfalls einige Sulfonamide gleichfalls zu Schwanzbildung neigen und die Trennung von Gemischen, wie sie z.B. in Pudern oder Salben vielfach vorliegen, nicht mehr sauber gelingt. Die Substanz kann ohne weiteres auch in Form von nichtwäßriger Lösung (z.B. Azetonlösung) aufgetragen werden. Wäßrige Natriumsalzlösung ist gleichfalls geeignet (z.B. Ampullenlösung). Eine störende Wirkung anorganischer einfacher Ionen konnte bisher nicht beobachtet werden. Dagegen ist es ratsam, die Streifen aus der Lösungsmittelwanne zu entnehmen, wenn das Lösungsmittel den Streifen völlig durchwandert hat, was in der Regel nach 8 bis 11 Std der Fall war.

Zur Trennung genügt ein Unterschied im R_f-Wert von 0,05 bis 0,07, wenn höchstens 150 γ Substanz (in Lösung) verwendet werden. So ergab ein Puder (Nr. I), deklariert als Sulfanilamid- und Sulfapyridin-haltig, die R_f-Werte 0,48 und 0,60 (in Übereinstimmung mit der Angabe des Herstellers). Puder Nr. II, deklariert als Sulfanilamid- und Sulfaacetamidhaltig, ergab den R_f-Wert 0,48 (enthielt tatsächlich nur Sulfanilamid). Puder Nr. III, ohne Deklaration, ergab die R_f-Werte 0,48 und 0,54 (enthielt Sulfanilamid und Sulfathiazol).

Eine ausführliche Beschreibung der noch im Gang befindlichen Untersuchung wird an anderer Stelle erfolgen.

Tübingen, Fürststraße 9.

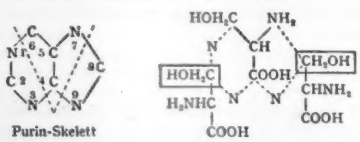
ARMIN WANKMÜLLER.

Eingegangen am 27. Februar 1952.

[1]) EKMAN, BIRGER: Acta chim. scand. **2**, 383 (1948).

Serin als Partner bei der Biosynthese der Purine von Nukleinsäuren.

Nach unseren heutigen Kenntnissen[1]) wird das Purinskelett bei der Biosynthese der Harnsäure (Taube) wie bei der Biosynthese des Guanins und Adenins der Nukleinsäuren (Ratte, Hefe u. a.) aus kleinen Bruchstücken aufgebaut: Glykokoll (C-4, C-5, N-7), Kohlendioxyd (C-6), Formiat (C-2, C-8) und Ammoniumsalz (N-1, N-3, N-9).



Purin-Skelett

Da das Glykokoll auf biologischem Wege durch Kondensation mit einem „1-C-Körper" (Formiat?) in Serin übergehen kann[2]), haben wir geprüft, ob *Serin* beim biologischen Aufbau des Purinskelettes der Nukleinsäuren imstande ist, als ganzes verwertet zu werden und die C-Atome 4, 5 und 6 zu liefern. Wir haben zu diesem Zweck durch Kondensation von ^{13}C markiertem Formaldehyd mit Acetamino-malon-halbester racemisches Serin hergestellt, dessen β-C-Atom einen Überschuß von 1,77 Atom-% ^{13}C enthielt, und dieses an wachsende Torula verfüttert. Das Kulturmedium enthielt Glukose als C-Quelle, Ammonsalze als N-Quelle und die üblichen Mineralsalze[3]). Nachdem die Hefe eben zum ersten Wachstum gekommen war, wurden bei einem Gesamtgehalt von 15 g Glukose insgesamt 0,93 g des markierten Serins in Portionen zugesetzt. Nach der Inkubation konnten 6,5 g Hefe (Trockengewicht) neben 4,92 g Bariumkarbonat (Atmungs-CO_2) isoliert werden. Über die Isotopenverteilung gibt die Tabelle 1 Auskunft:

Tabelle 1. ^{13}C-*Überschuß in Atom-%*
(Massenspektrographischer Meßfehler $\pm 0{,}01$ %).

Gesamthefe ohne Nukleinsäure	Nukleinsäure	Atmungs-CO_2
0,09	0,125	0,05

Die Nukleinsäure hat demnach das markierte β-C-Atom des Serins bevorzugt aufgenommen.

Nach der Hydrolyse der Nukleinsäure wurde das Gemisch der Purinbasen getrennt[3]) und mit den einzelnen Basen Guanin und Adenin zum Teil nach bekannten Methoden[4]) ein partieller Abbau durchgeführt. Hierdurch gewinnt man einen weiteren Aufschluß über die Isotopenverteilung:

Tabelle 2. ^{13}C-*Überschuß in Atom-%*
(Massenspektrographischer Meßfehler $\pm 0{,}01$ %).

Stellung der C-Atome	4 u. 5	4,5 u. 6	6 (ber.)	2 u. 8	2	8	Gesamt gef.	Gesamt ber.
Guanin	0,05	0,15	0,35	—	0,24	0,24	0,21	0,19
Adenin	0,08	0,17	0,35	0,32	0,34	0,30 (ber.)	0,25	0,23

Man erkennt, daß in beiden Purinen C-6 einen hohen Isotopengehalt besitzt, daß dagegen die Atome 4 und 5 nur sehr wenig ^{13}C enthalten. Der ^{13}C-Gehalt des C-6 ist sehr viel höher als der des Atmungs-CO_2. Wir glauben daher, daß für die Synthese der Purine der Hefe-Nukleinsäure ein anderer Mechanismus besteht als für die der Harnsäure nach BUCHANAN[1]) und nach ELWYN und SPRINSON[5]). Nach unseren Versuchen wird *Serin möglicherweise als ganzes* in das Purinskelett eingebaut, wofür besonders auch der niedrige ^{13}C-Gehalt der C-Atome 4 und 5 spricht. Zumindest aber dient die aktive CH_2OH-Gruppe des Serins in hervorragender Weise zur Bildung des C-6-Atoms. Bemerkenswert ist der hohe ^{13}C-Gehalt der Atome 2 und 8. Er steht im Einklang mit früheren Arbeiten[6]), in denen nachgewiesen wurde, daß das β-C des Serins eine wichtige Quelle für „aktive Methylgruppen" darstellt bzw. „aktives Formiat" liefern kann. Es erhebt sich die Frage, ob vom Serin zunächst „Formiat" abgespalten werden muß, bevor sein Einbau in die Purinmolekel an den bezeichneten Stellen erfolgt, oder ob gegebenenfalls der umgekehrte Weg — Bildung des Serins aus Glykokoll und „Formiat" — eingeschlagen wird.

Marburg a.d.Lahn, Physiologisch-Chemisches Institut der Universität.

K. DIMROTH und L. JAENICKE.

Marburg a.d.Lahn, Physikalisches Institut der Universität.

E. W. BECKER.

Eingegangen am 30. Januar 1952.

[1]) BUCHANAN, J. M.: J. Cellul. a. Physiol. Comp. **38**, Suppl. 1, 143 (1951) (Zusammenfassung).

[2]) SAKAMI, W.: J. of Biol. Chem. **176**, 995 (1948).

[3]) DIMROTH, K., u. L. JAENICKE: Z. Naturforschg. **5b**, 185 (1950).

[4]) FISCHER, E., u. F. ACH: Ber. dtsch. chem. Ges. **32**, 1745 (1899). — HEINRICH, M., u. D. W. WILSON: J. of Biol. Chem. **186**, 447 (1950). Eine Überprüfung der Abbaumethoden mit eindeutig markiertem synthetischem Material wird zur Zeit durchgeführt.

[5]) ELWYN, D., u. D. SPRINSON: J. of Biol. Chem. **184**, 465 (1950).

[6]) ELWYN, D., u. D. SPRINSON, sowie S. JONSSON u. W. MOSHER: J. Amer. Chem. Soc. **72**, 3316 (1950).

Das Verhalten der Bluteiweißkörper zu den Sulfanilamiden bei der Papierelektrophorese.

Nach den kataphoretischen Untersuchungen KIMMIGs[1]) werden die Sulfanilamide von den Albuminen transportiert. Da die MICHAELIS-Apparatur zur gleichzeitigen Bestimmung der *Eigenwanderung* der Pharmaka ungeeignet ist, benutzten wir die Papierelektrophorese nach WIELAND[2]) und GRASSMANN[3]) (110 V; MICHAELIS-Puffer p_H 8,6).

Nachweis der Sulfanilamide (SA): Die bei 100° getrockneten Streifen werden zuerst mit 0,2% Natriumnitritlösung

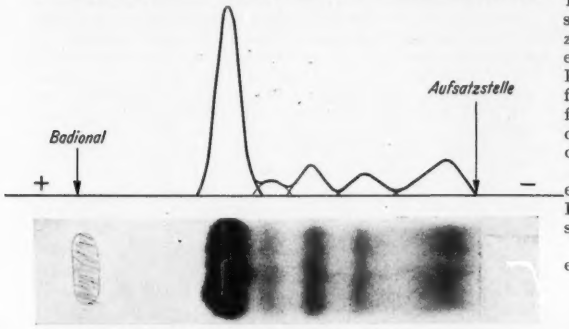


Fig. 1. Menschliches Serum bei Badionalstoß. Unter der Kurve der Kontrollstreifen nach der Eiweißfärbung. Die Stelle, an der das Badional lag, ist mit Bleistift gekennzeichnet.

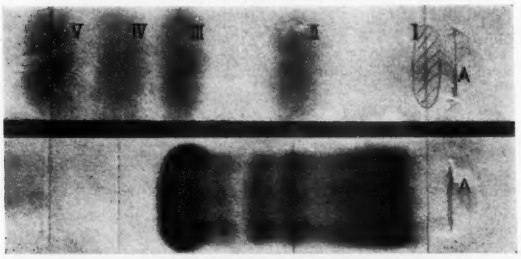


Fig. 2. In vitro Versuch mit menschlichem Serum, dem vier verschiedene Sulfanilamide zugesetzt wurden. *I* Harnstoff; *II* Eubasin; *III* Elkosin; *IV* Globucid; *V* Badional.

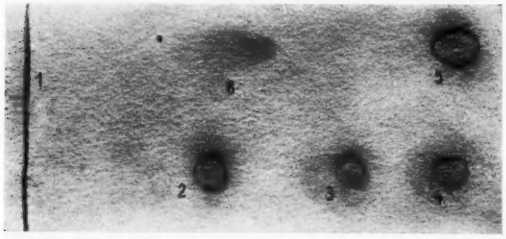


Fig. 3. Angefärbter Streifen nach 5 Std Versuchsdauer bei 220 V. *1* Harnstoff, durch Bleistiftlinie genauer markiert; *2* Eubasin; *3* Elkosin; *4* Globucid; *5* Cibazol; *6* Prontosil. (Einzelheiten s. Text.)

in 10% Trichloressigsäure und anschließend mit 0,2% 1-Amino-8-naphthol-5-6-disulfosäure besprüht. Nachdem die durch eine intensive Rotfärbung sichtbare Lage der SA mit Bleistift markiert ist, werden die Eiweißfraktionen mit Amidoschwarz 10 B dargestellt. Die Markierung ist notwendig, da die Farbe des Azofarbstoffes bei der Eiweißfärbung wieder verschwindet.

Im Serum eines mit 8,0 g Badional behandelten Patienten lag das SA in einem weiten Abstand vor den Albuminen, in deren Bereich keine Rotfärbung eingetreten war.

Die analogen Untersuchungen von 0,02 cm³ Menschenserum 2 Std nach 3,0 g Cibazol bzw. Globucid intravenös und von durch Herzpunktion gewonnenem Rattenblut nach etwa 5 mg Prontosil bzw. Eubasin ergaben nicht nur wieder eine vom Albuminbereich unabhängige, sondern für jedes Präparat ganz bestimmte Lage auf dem Elektrophoresestreifen. Das gleiche Phänomen zeigte die Analyse eines Serums, dem in vitro vier verschiedene SA zugesetzt worden waren und schließlich ein Leerversuch der gleichen Präparate ohne Serum.

Im Gegensatz zur kataphoretischen Untersuchung zeigen bei der elektrophoretischen die SA unter Lösung ihrer Albuminbindung eine vom Serum unabhängige und für jedes Präparat charakteristische Wanderung. Das Elkosin lag bei 110 V in Höhe der Albumine.

Bei der Aufstellung eines Wanderungsindex gingen wir vom Startpunkt des Harnstoffes aus, der keine Eigenwanderung hat. Die von der Auftragstelle zur Anode verschobene Lage des Harnstoffes auf Fig. 2 ist nicht elektroendosmotisch, sondern durch den von der Pufferlösung zur Streifenmitte ziehenden Kapillarstrom bedingt. Die gleiche Verschiebung entsteht bei Auftragung des Harnstoffes an der Anode. Damit schien uns als Index die Entfernung Harnstoff–Sulfanilamid zuverlässiger als die Entfernung Auftragstelle–Sulfanilamid. Da das Badional die größte Wanderungsgeschwindigkeit zeigt, legten wir für die Entfernung Harnstoff–Badional den Index 1 fest.

Zur schärferen Konzentrierung der Flecke gingen wir auf eine Spannung von 220 V, bei 5 Std Versuchsdauer. Zur Farbreaktion kann auch mit Dimethyl-aminobenzaldehyd besprüht werden.

Das durch seine Eigenfarbe kenntliche Prontosil zeigt einen „Adsorptions-Kometen" [WEBER[4])].

Wanderungsindex:

Badional	*1,0*
Albucid	1,0
Gantrisin	0,83
Cibazol	0,82
Globucid	0,80—0,81
Methylpyrimal	0,74
Elkosin	0,64
Eubasin	0,37
(Prontosil	0,39)
Prontalbin	0,02
Harnstoff	*0,00*
Para-aminobenzoesäure	1,13

Die PAB zeigt eine größere Wanderungsgeschwindigkeit als das Badional. Die Tabelle scheint uns auch chemotherapeutisch beachtenswert.

Zusammenfassung.

Es wurde das Verhalten der Bluteiweißkörper zu den Sulfanilamiden bei der Papierelektrophorese untersucht. Dabei konnte festgestellt werden, daß die adsorptive Bindung der Sulfanilamide an die Albumine aufgehoben wird. Die Sulfanilamide wandern auf dem Elektrophoresestreifen unabhängig vom Serum. Die relative Wanderungsgeschwindigkeit der einzelnen Sulfanilamide, bezogen auf Badional, wird angegeben.

Die mit in die Untersuchung einbezogene Para-aminobenzoesäure hatte im Vergleich zu den Sulfanilamiden die größte Wanderungsgeschwindigkeit.

Aus der Universitäts-Hautklinik Köln (Direktor: Prof. Dr. VONKENNEL).

H. KUTZIM.

Eingegangen am 11. Januar 1952.

[1]) KIMMIG, J., u. H. WIESELMANN: Arch. f. Dermat. **181**, 436 (1941/42).
[2]) WIELAND, TH., u. E. FISCHER: Naturwiss. **35**, 29 (1948).
[3]) GRASSMANN, W., K. HANNIG u. M. KNEDEL: Dtsch. med. Wschr. **1951**, 333.
[4]) WEBER, R.: Helv. chim. Acta **6**, 2031.

Die Samenproteine der Gramineen und ihre Wandlungen beim Teigen und Backen.

Die Proteine des Samenendosperms der Zerealien erfüllen die Räume zwischen den Stärkekörnern. Bei der Müllerei wird das Gewebegefüge weitgehend gelockert, die Stärke zu größeren und kleineren Kornverbänden aufgeteilt und die zwischen den Stärkekörnern liegende Proteinschicht zerrissen. Bei dem Anteigen der Mehle wird der Proteinkomplex hydratisiert und erwirbt dabei die für die Backfähigkeit der Teige entscheidenden Eigenschaften.

Die Zusammenhänge über die Wandlungen der Mehlkomponenten bei den Vorgängen des Teigens und Backens sind von J. R. KATZ[1]) röntgenographisch untersucht worden, wobei ausschließlich die Änderung der Stärke erfaßt wurde.

Die Röntgendiagramme des aus dem Sameneiweiß durch Auswaschen mit Wasser hervorgehenden Klebers und seiner Komponenten, Gliadin und Glutenin, zeigten bisher nur Beugungsbilder, wie sie für nichtkristalline Substanzen charakteristisch sind, so daß die Wandlungen der Proteine bei der Aufbereitung und beim Backen des Mehles noch nicht verfolgt werden konnten. Untersucht man aber die Proteine mit einer Röntgenkammer[2]) bei großem Filmabstand, so daß größere Netzebenenabstände erfaßt werden, so treten charakteristische, auffallend scharfe Interferenzringe auf, wodurch nunmehr auch die Proteinanteile des Mehles einer näheren Untersuchung zugänglich werden.

Feuchtkleber und feuchtes Gliadin lassen sich durch Strecken bei gleichzeitigem Trocknen an der Luft orientieren. Man erhält dann verstärkte Interferenzintensität auf dem Äquator.

Um die Eigenschaften der nativen Proteine unbeeinflußt von den Wirkungen des Wassers kennenzulernen, war es notwendig, aus dem Mehl das Protein auf nicht wäßrigem Wege von der Stärke abzutrennen. Infolge eines genügend großen Unterschiedes in dem spezifischen Gewicht, z. B. des Weizenmehlproteins $d_4^{20} = 1{,}276$ und der Weizenstärke $d_4^{20} = 1{,}4803$

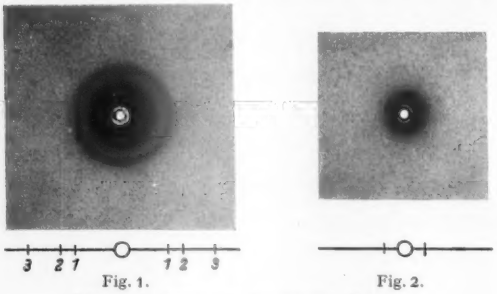


Fig. 1. Fig. 2.

Röntgendiagramme in der 200-mm-Kammer.

Fig. 1. Isoliertes Roggenprotein. $d_1 = 39{,}3$ Å; $d_2 = 29{,}8$ Å; $d_3 = 19{,}9 \times 2 = 39{,}8$ Å. Interferenzring 2 und 3 nur auf dem Originalfilm erkennbar.

Fig. 2. Hydratisiertes Weizenprotein bzw. Weizenmehlteig. $d = 90$ Å.

bis 1,5068 je nach der Korngröße, lassen sich die durch den Mahlvorgang aus dem Gewebe herausgebrochenen Proteinteile, die bei den bisher von uns untersuchten handelsüblichen Mehlsorten etwa 10% der gesamten Proteinmasse betragen, durch Anwendung des Schwere-Sinkverfahrens auf Mehl in Chloroform-Benzol oder Chloroform-Äther u. a. weitgehend von den Stärkeanteilen des Mehles abtrennen.

Fig. 1 gibt das Röntgendiagramm von isoliertem Roggenprotein mit einem Filmabstand von 200 mm mit der Hauptinterferenz $d = 39{,}3$ Å in erster und schwach in zweiter Ordnung und einer schwachen Interferenz mit $d = 29{,}8$ Å.

Demgegenüber zeigt das isolierte Weizenprotein zwei Interferenzen mit $d = 42{,}5$ Å und $d = 34{,}8$ Å, so daß Roggen- und Weizenproteine sicher verschieden sind. Dabei ist zu beachten, daß bei beiden Proteinarten auch kleine Unterschiede in den Interferenzen je nach Präparierung der Substanzen auftreten können.

Durch Zugabe von Wasser ändern sich die Verhältnisse grundsätzlich. Die Interferenzen des trockenen Weizenproteins verschwinden, und dafür tritt eine sehr intensive Interferenz mit $d \approx 90$ Å auf (Fig. 2). Diese Interferenzänderung vollzieht sich diskontinuierlich und ist unter bestimmten Voraussetzungen reversibel.

Man kann die Interferenzen der isolierten Proteine auch bei den Samenkörnern und den daraus hergestellten Mehlsorten nachweisen. Beim Anteigen des Weizenmehles erkennt man die Interferenz $d \approx 90$ Å in besonders intensiver Ausbildung.

Zu charakteristisch abweichenden Erscheinungen führt die Untersuchung am isolierten Feuchtkleber. Bei diesem beobachtet man eine Interferenz mit $d \approx 55$ Å. Durch Trocknen des Feuchtklebers geht der Netzebenenabstand in $d \approx 45$ Å über. Bei erneuter Wässerung verschiebt sich die Interferenz wieder zu $d \approx 55$ Å).

Das Röntgendiagramm von Gebäcken weist nach den bisherigen Erfahrungen immer nur die Röntgenlinie 45 Å auf, das ist die des trockenen Klebers.

Die Untersuchung der aus dem isolierten Feuchtkleber abgetrennten Komponenten Gliadin und Glutenin ergab ebenfalls Interferenzen mit großem Netzebenenabstand (Gliadin $d \approx 40$ Å und $d \approx 56$ Å, feuchtes Glutenin $d \approx 57$ Å und $d \approx 86$ Å).

Die Diskussion der Ergebnisse führt zu der Annahme, daß bei der Änderung der Proteine durch Wasser die Abstandsänderungen der Netzebenen nicht ausschließlich durch Wassereinlagerung verursacht sein können. Es liegt vielmehr die Annahme nahe, daß an der starken Netzebenenaufweitung eine Streckung von im trockenen Zustand gefalteten Proteinketten beteiligt ist, die beim Trocknen wieder rückgängig wird.

Beim Auswaschen des Klebers kommt noch eine weitere Änderung hinzu, die nur durch eine mechanische Behandlung beim Auswaschen (Kneten des Proteins) verursacht sein kann. Während die Änderung durch Befeuchten reversibel ist, ist die mechanisch bedingte Änderung irreversibel. Dem Kneten des Mehles bei der Teigbereitung kommt daher eine besondere Bedeutung zu.

Über die Ergebnisse wurde auf der Tagung der Getreidechemiker in Detmold am 8. Mai 1951 berichtet [vgl. „Die Mühle" **88**, 318 (1951)].

Kurt Hess, Heinz Kiessig und Ernstgeorg Hanssen.

Eingegangen aus Rubi/Allgäu, am 22. Dezember 1951.

[1]) Katz, J. R.: Z. physik. Chem. A **150**, 37 (1930). — Katz, J. R., u. J. C. Derksen: Z. physik. Chem. A **168**, 334 (1934).

[2]) Kiessig, H.: Kolloid-Z. **98**, 213 (1942).

[3]) Entsprechend diesem unterschiedlichen Verhalten wird vorgeschlagen, zukünftig die Bezeichnung Kleber ausschließlich auf das denaturierte Produkt zu beschränken und das native Samenprotein als solches zu bezeichnen.

Neue Untersuchungen an Secale africanum Stapf.

II. Secale africanum und seine Bastarde mit Secale montanum und Secale cereale.

Vorläufige Mitteilung.

Um die systematische und phylogenetische Stellung des erneut aufgefundenen *Secale africanum* Stapf[1]) zu klären, wurden im Sommer 1950 Kreuzungen zwischen *Secale africanum* Stapf, *Secale montanum* Huss. und verschiedenen Sorten unseres Kulturroggens *Secale cereale* L. durchgeführt. Die F_1-Körner der drei Kreuzungen wurden im Herbst 1950 ausgesät und die Bastarde im Sommer 1951 beobachtet.

Die Kreuzung von *africanum* mit Kulturroggen gelang nur mit letzterem als Mutter. Die Bastarde zeigen in allen Fällen Heterosis. Hier soll nur über die Fertilitäts- und zytologischen Ergebnisse berichtet werden.

1. Fertilität (*m* = *montanum*, *a* = *africanum*, *c* = *cereale*). Es wurde ausgezählt Kornansatz/Blütenzahl an 10 Ähren je Kreuzungsrichtung. Die reinen Arten zeigten 1951 einen sehr niedrigen Ansatz, der wohl durch die feuchtkühle Witterung bei der Blüte und die kleinen Bestände zu erklären ist (*m* und *a* sind, abweichend von *c*, nicht selbststeril.)

Von den Elternarten hat *a* bei freiem Abblühen den geringsten Ansatz, gesichert niedriger als *c*. Der Ansatz der Bastarde $m \times a$ und $a \times m$ liegt über dem von *a*; er ist bei $m \times a$ gesichert besser als bei $a \times m$. Erheblich niedriger und

Tabelle 1.

Art oder Kreuzung	Kornansatz 1951 in %	Guter Pollen in %	Diakinese Konfiguration	Gestörte Anaphasen
Secale cereale . .	63,16 ± 7,3	91,78	7 Ringbivalente	—
Secale montanum .	48,97 ± 6,2	92,60	7 Ringbivalente	—
Secale africanum .	33,03 ± 3,7	76,59	6 Ringbivalente + 1 offen	2,7 %
$m \times a$	60,08 ± 3,36	89,70	7 Ringbivalente	—
$a \times m$	42,36 ± 1,59	76,70	50 % 7 Ringbivalente; 50 % 5—6 Ringbivalente + 2—1 offen	3—4 %
$m \times c$	37,23 ± 3,1	57,65	6-Kette + 4 Bivalente oder unvollständige Kettenbildung	12—15 %
$c \times m$	28,75 ± 3,5	56,68		
$c \times a$	19,51 ± 1,9	31,25		

unter dem von *c* liegt der Ansatz in den Kreuzungen $m \times c$ und reziprok. Mit *m* als Mutter ist die Differenz gegen *c* nicht gesichert, wohl aber mit *c* als Mutter. — $c \times a$ zeigt die geringste Fertilität, sowohl den beiden Elternarten als dem Bastard $m \times a$ gegenüber; nur gegen $c \times m$ ist die Differenz nicht gesichert.

Für den Pollen wurden 1000 Korn je Nummer auf das morphologische Bild hin ausgezählt, was einen Höchstsatz fertiler Gameten ergibt. Stark herabgesetzte Fertilität wurde gefunden für $c \times m$ und reziprok und $c \times a$, was dem Verhalten des Kornsatzes entspricht. Die Größenschwankungen des Pollens sind noch nicht geklärt.

II. Zytologisch zeigen *c* und *m* einen normalen Ablauf der Meiosis mit 7 Ringbivalenten in der Diakinese und glattem

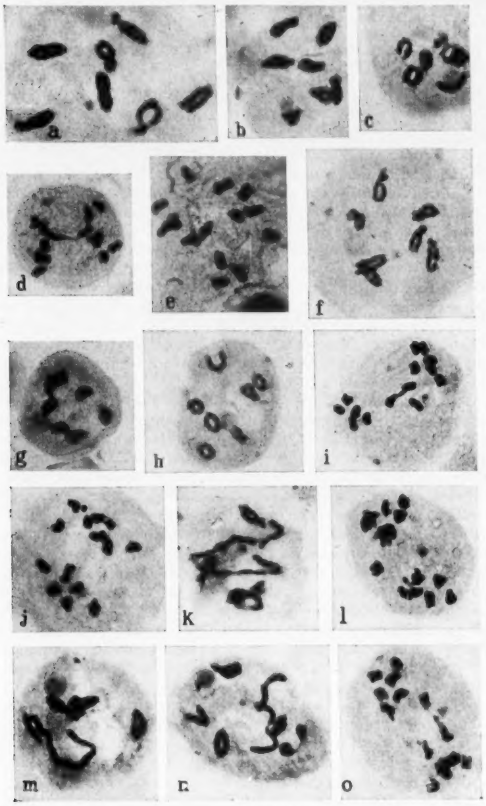


Fig. 1. *a* Diakinese von *cereale*; *b* Diakinese von *montanum*; *c* Diakinese, *d* und *e* Anaphasen von *africanum*; *f* Diakinese von $m \times a$; *g* und *h* Diakinese, *i* und *j* Anaphasen von $a \times m$; *k* Diakinese, *l* Anaphase von $m \times c$; *m* und *n* Diakinese, *o* Anaphase von $c \times a$.

Verlauf der Anaphasen. *a* zeigt in der Diakinese 6 Ringbivalente und ein offenes Bivalent, in der Anaphase Störungen: Brücken und liegenbleibende Chromosomen[2]); es wurden Anaphase I-Schwesterzellen mit 6 und 8 Chromosomen gefunden. Die reziproken Bastarde $m \times a$ und $a \times m$ verhalten sich verschieden. $m \times a$ bildet wie *m* 7 Ringbivalente; $a \times m$ in 50% der Zellen ebenfalls, in den andern 50% wie *a* 6 (eventuell 5) Ringbivalente und 1 offenes Bivalent (eventuell 2) in der Diakinese und 3 bis 4% gestörte Anaphasen. Die Bastarde mit Kulturroggen $m \times c$, $c \times m$[3, 4]) und $c \times a$ zeigen ein gleichartiges Verhalten: Es werden Ringe bzw. Ketten aus bis zu 6 Chromosomen gebildet, die restlichen Chromosomen liegen als Bivalente. Diese Kettenbildung kann mehr oder weniger vollständig sein; es wurden auch gefunden 1 Kette von 4 + Kette von 2 + 4 II oder 1 Kette von 4 + 2 I + 4 II oder auch 7 Ringbivalente. Die Anaphasen sind in 12 bis 15% der Zellen gestört, die 6:8 Verteilung wurde häufiger beobachtet.

Nach diesen Befunden unterscheidet sich *Secale cereale* von den beiden Wildarten durch zwei reziproke Translokationen. Sowohl auf Grund der Fertilitätserscheinungen als des zytologischen Ablaufs in den Kreuzungen stehen sich *Secale montanum* und *Secale africanum* näher als beide dem Kulturroggen. Damit wird endgültig die Anschauung, den Kulturroggen von *Secale montanum* abzuleiten, die immer wieder auftaucht, widerlegt. Es bedarf nunmehr der gleichartigen Prüfung für den vorderasiatischen Wildroggen *Secale cereale ancestrale*.

Institut für Geschichte der Kulturpflanzen in der Deutschen Forschungshochschule Berlin-Dahlem.

E. Schiemann und U. Nürnberg-Krüger.

Eingegangen am 1. Februar 1952.

[1]) Schiemann, E., u. H. G. Schweickerdt: Bot. Jb. **75**, 196 (1950).
[2]) Gouws, J. B.: Naturwetensch. Tijdschr. **32**, 139 (1950).
[3]) Kostoff, D.: Current Sci. **5**, 583 (1937).
[4]) Duka, S. Kh.: Bull. appl. Bot., Ser. A **14**, 233 (1934).

Selektive Speicherung fluoreszierender und radioaktiver Farbstoffe im Tumorgewebe als Grundlage einer neuartigen Krebsdiagnostik.

Durch die Anwendung von radioaktivem Phosphor (P^{32}) in der klinischen Tumordiagnostik war es uns bereits in der Verfolgung früherer Arbeiten [v. Euler und Hevesy[1]), Low-Beer[2])] gelungen, oberflächliche maligne Tumoren zu diagnostizieren [Cramer[3]) und Pabst[4]), Cramer und Unger[5])]. Radio-Phosphor (P^{32}) ist ein β-Strahler mit einer Reichweite von nur 8 bis 11 mm im menschlichen Gewebe. Der Brauchbarkeit dieser Methode waren daher von Anfang an bestimmte Grenzen gesetzt, welche wir allerdings durch Anwendung von Miniatur-Geiger-Zählrohren (von Herrn Rajewsky freundlicherweise erhalten) im Rahmen der endoskopischen Technik erweitern konnten.

Zur Durchführung einer einwandfreien und in gleicher Weise für die inneren Organe durchführbaren Tumordiagnostik war es wünschenswert und notwendig, einen radioaktiven Stoff mit γ-Strahlung, welche ein wesentlich stärkeres Durchdringungsvermögen besitzt, zum Einsatz zu bringen. Für derartige Untersuchungen stand uns zunächst das Radio-Jod (Jod^{131}) zur Verfügung. Nachdem das Radio-Jod bei intravenöser Applikation in der Schilddrüse gespeichert wird, war es erforderlich, das Radio-Jod an Stoffe zu koppeln, welche in malignen Tumorgeweben selektiv gespeichert werden.

Im Rahmen unserer Porphyrin-Studien konnten wir vor kurzem mitteilen, daß wir ganz allgemein in bösartigen Geschwülsten keinen nachweisbaren Porphyringehalt feststellen konnten, wobei wir in Einklang mit dem erniedrigten Katalase- und Zytochrom-C-Gehalt von einer verminderten Bildung der Tetrapyrrolsysteme im malignen Tumor sprechen [Bingold, Stich und Cramer[6])], dagegen ließ sich in unseren weiteren Untersuchungen regelmäßig nachweisen, daß Porphyrine eine selektive Affinität zum neoplastischen Gewebe besitzen [Stich[7])]. Unsere Versuche wurden zunächst an Kaninchen mit Brown-Pearce-Tumoren (von Prof. Domagk in freundlicher Weise überlassen) durchgeführt. Alle von uns untersuchten Porphyrine (Protoporphyrin, Koproporphyrin, Uroporphyrin, Hämatoporphyrin, Deuteroporphyrin, Dijod-Deuteroporphyrin) zeigten eine deutliche Tendenz, sich im neoplastischen Gewebe zu speichern, so daß es mittels der Fluoreszenz-Untersuchung ohne weiteres möglich war, die Tumorpartien vom übrigen Gewebe zu unterscheiden. Bezüglich des Hämatoporphyrins konnten frühere Beobachtungen von Auler[8]) bestätigt werden. Während wir beim Phosphor und auch beim Radio-Phosphor (P^{32}) wissen, daß ihre starke Anreicherung im Tumorgewebe durch ihre Verwendung im erhöhten Nukleoproteid-Stoffwechsel der Tumorzelle bedingt ist, kann über die Ursache des Phänomens der Konzentration der Porphyrine im Tumor noch nichts Endgültiges gesagt werden.

Als weitere geeignete Stoffe haben sich Farbstoffe der Acridin-Reihe (Acridin-Orange, Atebrin usw.) und Na-Fluoreszin, Eosin bewährt. Moore[9]), Shapiro und Landing[10]) u. a. hatten nachgewiesen, daß sich das Na-Fluoreszin im Tumorgewebe wesentlich stärker als im gesunden Gewebe ablagert. In zahlreichen Untersuchungen, einschließlich endoskopischer Beobachtungen im UV-Licht konnten wir nachweisen, daß sich Na-Fluoreszin im Tumorgewebe und Radio-Dijodfluoreszin speziell im Hirntumor selektiv speichern. Sowohl für die oben erwähnten Porphyrine als auch für das Fluoreszin konnte der Nachweis einer selektiven Speicherung der genannten Farbstoffe im Tumorgewebe durch die Fluoreszenz-Analyse im Woodschen Licht, durch Koppelung mit radioaktiven Isotopen (Dijod 131-Deuteroporphyrin, Dijod 131-Fluoreszin)

und durch Tumorextraktion von uns erbracht werden. Als neue Methode konnten CRAMER und BRILMAYER[11]) die Messung der verzögerten Ausscheidung solcher selektiv gespeicherter Stoffe im Urin aufzeigen. Grundsätzlich wurde die Meinung vertreten, daß es keine selektive Speicherung im Tumorgewebe gibt, ohne daß es folgerichtig zu einer Retention des betreffenden Stoffes im Blut und einer verzögerten Ausscheidung im Urin kommen muß. Tumorträger werden in jedem Falle eine andere Ausscheidung aufweisen als gesunde Menschen. Während beispielsweise Na-Fluoreszin beim gesunden Menschen nach einer einmaligen intravenösen Gabe in 50 bis 70 Std ausgeschieden wird, kommt es bei bösartigen Tumoren zum Auftreten einer Bande bei 490 mμ bis zu 2000 Std. Die 200 Std-Grenze wird auch bei kleinsten Tumoren überschritten, Lymphogranulomatose und Leukämien verhalten sich dabei wie maligne Tumoren. Das Verfahren ist allerdings nicht brauchbar bei allen Flüssigkeits-Retentionen (Ödeme, Exsudate, Ascites usw.) und bei Tuberkulose. Bei weiteren Messungen hat sich herausgestellt, daß das bei 490 von uns beschriebene Phänomen teils durch Fluoreszein, teils durch Urobilinkörper, die regelmäßig nach der Injektion von Fluoreszein bei Tumoren auftreten, bedingt ist. Dadurch scheiden auch Fälle mit vorheriger Bilirubinurie und Urobilinurie aus. Die lange Zeitdauer von 2 bis 3 Monaten, welche durch die laufende Messung in Anspruch genommen wird, läßt sich bei der Verwendung von Atebrin umgehen. Beispielsweise werden 0,1 g Atebrin nach intravenöser Applikation beim gesunden Menschen bis zu 40 Std ausgeschieden. Beim Tumorkranken dagegen erfolgt die Ausscheidung nur 0 bis 3 Std, danach ist kein Atebrin im Urin mehr nachweisbar. Durch die letztgenannten Farbstoffverfahren würden die Schwierigkeiten, welche bei der Anwendung der Isotopen entstehen (Lieferung vom Ausland, Halbwertszeit, Bestimmung der Toleranzdosis) ausgeschaltet.

Durch die Kenntnis, daß sich die genannten Fluoreszenzfarbstoffe im Tumorgewebe selektiv speichern, ergeben sich also mehrere praktisch bedeutsame Möglichkeiten:

1. Differenzierung bösartiger Geschwülste durch Fluoreszenz-Erscheinung (oberflächliche Tumoren, bei Operationen, Probe-Exzisionen im histologischen Schnitt mittels Fluoreszenz-Mikroskop).

2. Oberflächen- und Tiefendiagnostik bösartiger Geschwülste mit radioaktiven Isotopen signierten Farbstoffen.

3. Tumordiagnostik durch Feststellung der Ausscheidungsverzögerung intravenös applizierter Farbstoffe (Fluoreszein, Atebrin) im Urin (Messung mit dem BECKMANNschen Spektralphotometer bei bestimmten Wellenlängen).

Die ausführlichen Veröffentlichungen erfolgen in der Zeitschrift für Krebsforschung.

Aus der I. Medizinischen Klinik der Universität München und dem Organisch-Chemischen Institut der Technischen Hochschule München.

HANS CRAMER, WALTHER STICH und ALFRED TREIBS.

Eingegangen am 1. März 1952.

[1]) EULER, H. v., u. G. HEVESY: Zit. nach G. HEVESY, Radioactive Indicators. New York: Interscience Pub. 1948.
[2]) LOW-BEER, A.: Radiology **42**, 213 (1946).
[3]) CRAMER, H.: Med. Mschr. **2**, 118 (1951). — Verh. dtsch. Ges. inn. Med. **1951**.
[4]) CRAMER, H., u. H. PABST: Münch. med. Wschr. **1951**, 1501.
[5]) CRAMER, H., u. O. UNGER: Med. Klin. **13**, 393 (1951).
[6]) BINGOLD, K., W. STICH u. H. CRAMER: Z. Krebsforschg. **57**, 653 (1951).
[7]) STICH, W: Z. Krebsforschg. (im Druck).
[8]) AULER, A.: Z. Krebsforschg. **53**, 65 (1942).
[9]) MOORE, G.: Science (Lancaster, Pa.) **107**, 369 (1948).
[10]) SHAPIRO, D., u. G. LANDING: Science (Lancaster, Pa.) **108**, 304 (1948).
[11]) CRAMER, H., u. C. BRILMAYER: Med. Klin. **1951**, 809.

Der Funktionswechsel des Zellkerns im exokrinen Pankreasgewebe.

Daß Substanzen, die dem Zellkern entstammen, für die Sekretbildung der exokrinen Pankreaszelle von wesentlicher Bedeutung sind, ist seit OGATA[1]) wiederholt behauptet worden[2]). In jüngster Zeit hat HUBER[2]) am Mäusepankreas den schlüssigen Beweis geliefert, daß der Zellkern während der Sekretrestitution Stoffe aus den Kernkörperchen durch eine vorübergehend entstehende Öffnung der Kernmembran in das Zytoplasma abgibt. Wir konnten diese Beobachtung an der gleichen Tierart bestätigen und wie folgt erweitern. Im Verlauf einer Sekretionsperiode macht der Zellkern einen funktionell bedingten zyklischen Gestaltwandel durch, den wir als *Funktionsformwechsel* bezeichnen. Sein Ausmaß richtet sich nach der Stärke der Reizung, nach der Intensität der Zellfunktion. Er läßt sich gliedern in eine Extrusions- und eine Restitutionsphase, die zeitlich aufeinander folgen. Entsprechende Stadien hat schon DITTUS[3]) am Interrenalorgan der Selachier herausgearbeitet.

Die *Extrusionsphase* wird dadurch eingeleitet, daß die aufquellenden, jetzt vakuolisierten Nukleolen samt und sonders Beziehungen zur Kernmembran erlangen. Dies geschieht mit Hilfe von Chromozentren, die in Ein- oder Mehrzahl der chromatinbesetzten Nukleolarmembran eingefügt sind. Sie werden größer und strecken sich membranwärts in die Länge, wobei die Richtung durch zarte chromatische Fäden vorbestimmt ist. So erreichen sie eine Stelle der Kernmembran, an der ein heterochromatischer Brocken des chromosomalen Kerngerüstes verankert ist. Währenddessen tritt in dem zunächst soliden Chromozentrum, am Nukleolus beginnend, eine Lichtung auf, und die Nukleolarsubstanz fließt in einer chromatinumhüllten Leitbahn bis an den heterochromatischen Riegel der Kernmembran. Schließlich bildet sich auch in ihm eine wechselnd weite Öffnung, durch die Nukleolarsubstanz ins Zytoplasma abgegeben wird. Eine Vermischung von Kernsaft und Zytoplasma wird dabei vermieden; denn die übertretenden Stoffe sind stets, im Nuklearraum wie in den Leitbahnen, durch eine feulgenpositive Hülle vom Kernsaft abgesondert. Diese Leitbahnen sind unseres Erachtens chromosomaler Natur. Ihre Wandung wird von den auseinanderweichenden, demnach frei trennbaren Untereinheiten ein und desselben Chromosoms gebildet. Ihre besondere DNS-Beladung, die Verkürzung des Abstandes zwischen Kernkörperchen und Kernmembran sowie deren Einziehung unmittelbar vor der Eröffnung sprechen dafür, daß der Transport der verflüssigten Nukleolarsubstanz innerhalb der Leitbahnen und schließlich auch die Extrusion in das Zytoplasma durch Kondensationen und Kontraktionen der zugehörigen Chromosomen-Längselemente bewerkstelligt wird (Hypothese des aktiven intrachromosomalen Transportes der Nukleolarsubstanz). Die abgegebenen Stoffe bestehen aus Eiweiß und reichlich Ribonukleinsäuren; sie lassen sich häufig noch als solche nahe der Austrittsstelle im Zytoplasma nachweisen. Sie werden nicht zum Aufbau der GOLGI-Substanz[2]) verwandt, sondern zum Ersatz der bei der zytoplasmatischen Sekretbereitung verbrauchten Ribonukleoproteide im Ergastoplasma, vielleicht auch in den Mitochondrien. Wieviel von den im Nukleolus gespeicherten Stoffen abgegeben wird, ist abhängig von dem Bedarf des Zytoplasmas. Im Extremfall betrifft es den gesamten Vorrat. Dann bilden sich unter Umständen aus den chromosomalen Leitbahnen lange Kanäle, die, wenn die Nukleolarsubstanz nach zwei Seiten abgeflossen ist, den ganzen Kern durchsetzen und damit eine Kerndurchschnürung einleiten können. Während dieser Extrusionsphase nimmt der Kern infolge einer Flüssigkeitsaufnahme aus dem Zelleib beträchtlich an Volumen zu, und das übrige chromosomale Kerngerüst lockert sich dementsprechend erheblich auf [„funktionelle Kernschwellung"[4])]. Damit aber sind die Voraussetzungen für eine erhöhte Stoffwechselaktivität der Chromosomen und so auch für eine Neubildung der eliminierten, ehemals im Nukleolus angesammelten Chromosomenprodukte gegeben. Als neue Nukleolarsubstanz treten sie allerdings erst in der nun folgenden Phase morphologisch faßbar in Erscheinung.

Diese *Restitutionsphase* des Kernes, deren Eigentümlichkeiten um so deutlicher sind, je ausgiebiger die Extrusion gewesen, ist durch rückläufige Veränderungen gekennzeichnet, z. B. Verschluß der Membranporen, Rückbildung der Kanäle, zentripetalen Transport der gegebenenfalls übriggebliebenen Nukleolarsubstanz, Flüssigkeitsabgabe und damit Volumenverkleinerung des Kernes. Darüber hinaus kommt es aber noch zu einer ganz ungewöhnlichen, mit starker DNS-Beladung einhergehenden Verdickung des Kerngerüstes, die manchmal an Prophasebilder erinnert. Wahrscheinlich handelt es sich dabei nur um eine besonders starke Kondensation und Zusammenlagerung der zusammengehörigen Chromosomen-Untereinheiten, doch können wir eine echte DNS-Vermehrung noch nicht mit Sicherheit ausschließen. In diesen dicken Chromatinsträngen wird jetzt, oft an mehreren Stellen gleichzeitig, neue Nukleolarsubstanz sichtbar. Dabei ist die Chromosomenkondensation unseres Erachtens nur für die Sammlung und Anhäufung dieser Stoffe verantwortlich, nicht auch für deren Bildung, die wir ja schon der vorausgehenden, die Extrusion begleitenden Entfaltung des chromosomalen Kerngerüstes zugeordnet haben. Weiterhin wird die Nukleolar-

substanz intrachromosomal an umschriebene Stellen zusammengeschoben und so in Gestalt stets chromatinumzogener, eventuell miteinander konfluierender Nukleolen bis zur nächsten Extrusion gespeichert. Gleichzeitig lockert sich das Kerngerüst wieder zu seiner gewöhnlichen Struktur auf. Damit ist das Ende des Funktionsformwechsels erreicht und die Ausgangslage der Kerngestalt wiedergewonnen. Allerdings scheint in besonderen Fällen, wenn die Nukleolarsubstanz gänzlich in Verlust geraten ist, ein Übergang vom Stadium der Chromosomenkondensation in den Teilungsformwechsel, zu Mitose und Endomitose, möglich zu sein.

Den gleichen Funktionsformwechsel, die gleiche Folge von Extrusions- und Restitutionsphase konnten wir auch am Nebenhoden wiederfinden. Der Transport von Nukleolarsubstanz mit Hilfe chromosomaler Strukturen, die Eröffnung der Kernmembran an einer heterochromatischen, durch die Anordnung der Chromosomen im Arbeitskern vorbestimmten Stelle, der nukleolare Ursprung der außen um den Kern gelegenen Ribonukleinsäuren[5]) — all dies haben wir an sämtlichen bislang daraufhin geprüften tierischen Zellen wahrgenommen, selbst an denen des Zentralnervensystems. Eine einfache strukturunabhängige Diffusion von Nukleolarsubstanz durch den Saftraum zur Kernmembran[6]) haben wir nicht gesehen. Wir glauben daher, daß die Beobachtungen von Caspersson und seinen Mitarbeitern[6]) in der eben skizzierten Weise ergänzt werden müssen.

Die ausführliche Arbeit erscheint in den Beitr. path. Anat.

Aus dem Pathologischen Institut der Universität Freiburg i. Br.

H. W. Altmann und R. Meny.

Eingegangen am 7. März 1952.

[1]) Ogata, M.: Arch. f. Physiol. **188**, 405.
[2]) Huber, P.: Vjschr. naturforsch. Ges. Zürich **94**, 73 (1949). — Z. Zellforschg. **34**, 428 (1949).
[3]) Dittus, P.: Z. Zool. **147**, 459 (1936).
[4]) Benninghoff, A.: Anat. Nachr. **1**, 50 (1950).
[5]) Altmann, H. W.: Z. Naturforschg. **4b**, 138 (1949).
[6]) Caspersson, T.: Cell growth and cell function. London 1950.

Zur Bewegung von Protuberanzen.

Bei der Bearbeitung eines aktiven Protuberanzengebietes (1947, Sept. 16), das mit einem Sonnenfleck verbunden war, machte Miss Dodson[1]) auf eine „region of confusion" aufmerksam und zeigte in zwei Diagrammen, daß die vermessenen Bewegungsknoten der Protuberanz a) nach einer bestimmten Distanz vom Quellpunkt und b) nach einer bestimmten Zeit bei einer Geschwindigkeit zwischen 20 und 60 km/sec in einen kritischen Bereich kommen und in ihrer Bewegung gestört werden.

Pan-Puh[2]) bemerkte bei den von ihm vermessenen Protuberanzen — 1936, August 8 einer Protuberanz vom Sonnenfleckentyp, und 1937, Juni 12 einer aktiven abströmenden Protuberanz —, daß die Bewegungsknoten der Protuberanzen [bei Pan-Puh (a. a. O.) „mobile"] an bestimmten Raumstellen, die nicht näher bezeichnet werden, in ihrer Bewegung Störungen erleiden. Genauer untersucht er diesen Befund für einige wenige Bewegungsknoten, bei denen er sowohl für das vordere als auch für das hintere Ende Geschwindigkeiten gemessen hat. Deren Differenz trägt er gegen den Positionswinkel auf und findet bei bestimmten Winkeln eine größere Abweichung, als sie zu erwarten ist, wenn wie gewöhnlich die vordere Geschwindigkeit die größere ist.

Im folgenden soll gezeigt werden, daß den Bemerkungen Dodsons und Pan-Puhs offenbar eine allgemeine Gültigkeit zukommt und sie in der folgenden Regel zusammengefaßt werden können:

„Es gibt diskrete Raumgebiete in der Korona, innerhalb derer die Protuberanz kräftige Beschleunigungsänderungen erleidet. Diese Gebiete besitzen einen Durchmesser von etwa 20000 bis 40000 km und bestehen sicher während 3 bis 4 Std."

Aus dem Dodsonschen Katalog entnehmen wir alle Punkte, an denen die Beschleunigung in der Projektionsebene eine Änderung von mehr als $\pm 0{,}030$ km/sec² erfährt, also ungefähr ein Neuntel der Schwerebeschleunigung der Sonne. Die Beschränkung auf die Projektionsebene nach dem Vorbild von Dodson ist gerechtfertigt, da die Radialgeschwindigkeiten sehr klein sind und die Bewegungen somit nahezu in der Projektionsebene verlaufen. Die ausgesuchten Punkte werden in einem Diagramm mit ihren Koordinaten (Fig. 1) aufgetragen. Es zeigt sich, daß 15 Punkte in einen eng umgrenzten Bereich fallen — in der Fig. 1 mit A bezeichnet —, 10 Punkte liegen außerhalb; acht davon können zwei Bewegungsknoten (Nr. 1 und 7) zugeordnet werden, die die längsten Bahnen durchlaufen und die gerade an diesen Stellen, außerhalb des Gebietes A, den Gipfelpunkt ihrer Bahn erreichen. Man stellt leicht fest, daß sämtliche Knoten, die durch diesen Bereich A laufen, eine Störung $|\Delta b| \geq 0{,}030$ km/sec² erleiden. Drei Knoten zeigen keinen Effekt: Die Knoten 3, 5a und 8b werden in diesem Gebiet zum ersten Male gemessen.

Pan-Puh gibt bei den zwei von ihm vermessenen Protuberanzen nur Geschwindigkeiten an und keine Beschleunigung. Es werden deshalb aus dem Geschwindigkeits-Zeit-Diagramm für die einzelnen Bewegungsknoten alle Zeitpunkte ausgesucht,

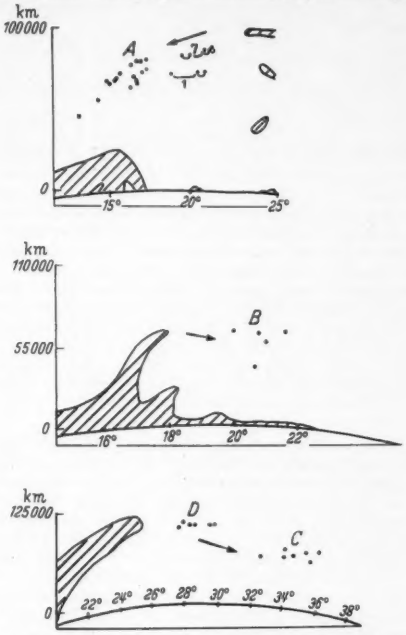


Fig. 1. Die Lage der Störbereiche in der Projektionsebene. A Die Protuberanz von 1947 Sept. 11; B die Protuberanz von 1936 August 8; C und D die Protuberanz von 1937 Juni 12. Schraffierte Teile = ruhende Protuberanzen; Pfeil = Bewegungsrichtung der Materie.

an denen diese v—t-Kurven Beschleunigungsänderungen zeigen. Die Figur zeigt, daß sich bei der Protuberanz von 1936, August 8, das Störgebiet B und bei der Protuberanz von 1937, Juni 12, die beiden Störgebiete C und D (Fig. 1) ergeben. Auch hier kann man feststellen, daß alle Knoten, die durch diese Bereiche laufen, kurzfristige Beschleunigungsänderungen erleiden, während auf den anderen Teilen der Bahnkurven die Bewegung gleichförmig beschleunigt ist.

Aus der Figur sieht man, daß wir für die Störbereiche einen Durchmesser von etwa 20000 bis 40000 km anzunehmen haben. Dieser Wert ist aus der Lage der einzelnen Störbereiche in der Projektionsebene gewonnen. Eine andere Abschätzung führt auf den gleichen Wert: Für die Dauer der Störung eines Knotens in diesen kritischen Bereichen können wir etwa 10 min

Tabelle 1.

Störbereich	A	B	C	D
t	14^h28	8^h48	10^h45	10^h26
	35	9^h00	11^h10	14^h18
	36	02	45	18
	36	30	13^h11	18
	15^h06	45	14	29
	10		15	45
	11		14^h35	
	13			
	21			
	28			
	37			
	41			
	16^h03			
	13			
	16			

angeben, mit einer mittleren Geschwindigkeit von $v = 50$ km/sec führt dies auf eine Ausdehnung des Störgebietes von ungefähr 30000 km.

Daß diese Gebiete eine gewisse Dauer haben, folgt aus der Tabelle 1, in der die Zeiten angegeben sind, an denen Beschleunigungsänderungen in den Störgebieten auftraten.

Es ergeben sich also Zeitdifferenzen zwischen einer und vier Stunden; dies ist die untere Grenze, über die obere Grenze läßt sich wegen des Fehlens von Bewegungsknoten zu späteren Zeitpunkten nichts aussagen.

Fraunhofer-Institut, Freiburg i. Br.

UDO BECKER.

Eingegangen am 8. Februar 1952.

[1]) DODSON, HELEN W.: Monthly Notices Roy. Astronom. Soc. **108**, 383 (1948).

[2]) PAN-PUH: Ann. l'Observatoire Paris, Sect. d'Astrophysique **8**, H. 4.

Über eine Bildung von γ-Fe_2O_3 bei niedriger Temperatur in stark hygroskopischer Umgebung.

Im Innern von Eisengefäßen, die unter einer Ammoniak-Wasserstoffatmosphäre eine gesättigte wäßrige Ammoniaklösung enthielten, bildete sich in einzelnen Fällen eine dünne rotbraune rostähnliche Kruste an der Wand über dem Meniskus. Um der Vermutung nachzugehen, daß in diesen Fällen das Gasgemisch einen unbeabsichtigten Luftgehalt besessen hatte, wurde die Substanz der Kruste röntgenographisch untersucht. Dabei stellte sie sich überraschenderweise als γ-Fe_2O_3 heraus. Die recht breiten DEBYE-Linien entsprachen denen des γ-Fe_2O_3 bzw. des Fe_3O_4, doch ließ sich letzteres durch die Gitterkonstante ($a = 8{,}3_1$ Å), die Farbe und vor allem den chemischen Nachweis des Fehlens entsprechender Mengen von Fe^{II} ausschließen.

Neben der hier nicht interessierenden Frage nach der Herkunft des Luftgehaltes war die Ursache der Bildung des Oxydes statt eines Hydroxydes, noch dazu in dieser instabilen[1],[2],[3]) Form, zu klären. Die Daten des Gasgemisches, das, in das Gefäß eingeblasen, die Wand an dem Orte der Krustenbildung getroffen hatte, waren: 0° bis +30° C, Gesamtdruck: etwa 20 ata, Partialdrucke: NH_3: 2,5 bis 4 ata, H_2: 17,5 bis 16 ata, normaler O_2-Gehalt < 10 mg/Ndm³ entsprechend $3{,}5 \cdot 10^{-4}$ ata; die der Lösung: +40° bis +50° C, etwa 29 Gew.-% NH_3 und etwa 2 Gew.-% K_2CrO_4 (als in den normalen Fällen auch ausreichender Korrosionsschutz).

Wenn Eisen in Wasser rostet, bildet sich nach CARIUS[4]) bei $p_H > 6{,}5$ neben einem nicht identifizierten Hydroxyd γ-FeOOH (auch als Mineral — Rubinglimmer, Lepidokrokit — vorkommend, dort ist aber die α-Form — Nadeleisen — bei weitem verbreiteter), zwischen 6,5 und 5,5 dieses allein und bei kleiner werdendem p_H-Wert zusammen mit einer Fe_3O_4-DEBYE-Linien liefernden Substanz, die dann mit noch weiter abnehmendem p_H in schwach sauren Wässern allein gebildet wird. Selbst wenn man diese als γ-Fe_2O_3 annimmt, so kam ihre Bildung unter den geschilderten Bedingungen ja nicht in Frage, sondern nur eine Hydroxydbildung, und zwar hauptsächlich γ-FeOOH, welches auch[5]) (*neben* dem Oxyd!) als dünner Film auf der Oberfläche von Eisensalzlösungen durch Einwirkung von Ammoniak ersteht (Rostbildungen an Eisen unter freiem Himmel bestehen, wie unter anderem einer der Verfasser beobachtete, meist aus γ-FeOOH; auch α-FeOOH soll vorkommen, aber Oxyd wird nirgends erwähnt). Von den übrigen bekannten Entstehungsarten des γ-Fe_2O_3 (das auch als Mineral — Maghemit — vorkommt) scheiden die vorsichtigen Oxydationen von Eisenkarbonyl[2]),[6]), Eisen[3]),[5]),[6]) und Fe_3O_4 [7]),[8]),[9]) als sämtlich bei höheren Temperaturen und ohne Mitwirkung von Wasser erfolgt hier aus, ebenso die Entwässerung von γ-FeOOH bei 180 bis 200° [1]),[5]),[10]),[11]). Es scheint aber, daß eine solche Entwässerung auch bei Zimmertemperatur grundsätzlich möglich ist, denn sowohl α- als auch γ-FeOOH lassen sich durch wochenlanges Zerreiben[10]),[12]) in Oxyd überführen. (Daß auch γ-FeOOH hierbei α- und nicht γ-Fe_2O_3 liefert, dürfte bei dem im kleinsten Raum unkontrollierbar gewaltsamen Verfahren der Instabilität des γ-Fe_2O_3 zuzuschreiben sein.)

In dem geschilderten Fall wurde nun das Eisen der Wandung durch die sauerstoffhaltige wäßrige Lösung angegriffen, und zwar im Sinne einer Bildung von γ-FeOOH, wie nach dem oben Gesagten zu erwarten, die dann aber, wegen der starken Wasseraufnahmefähigkeit des Ammoniaks, *trotz* der niedrigen Temperatur bis zum γ-Fe_2O_3 führte. (Der spezielle Ort dieser Bildung erklärt sich wohl daraus, daß der Sauerstoffgehalt des Gasgemisches nur dort sichtbare Spuren seines Angriffes hinterlassen konnte, wo er zu merklicher Konzentration gelöst wurde, nämlich an der Stelle des Auftreffens des Gasstromes auf den Flüssigkeitsfilm an der Wand über dem Meniskus.)

Die zur röntgenographischen Untersuchung benutzten Geräte wurden dem Mineralogischen Institut von der Deutschen Forschungsgemeinschaft zur Verfügung gestellt, wofür auch bei dieser Gelegenheit unser Dank ausgesprochen sei.

Institut für Mineralogie und Petrographie der Johannes-Gutenberg-Universität, Mainz.

H. E. v. STEINWEHR.

Versuchsstand der Gesellschaft für Lindes Eismaschinen A.G., Wiesbaden-Dotzheim.

R. WEBER.

Eingegangen am 10. März 1952.

[1]) BÖHM, J.: Z. Kristallogr. **68**, 567 (1928).

[2]) WINKEL, A., u. R. HAUL: Elektrochem. **44**, 823 (1938).

[3]) CAGLIOTTI, V., u. O. D'AGOSTINO: Gazz. chim. ital. **66**, 543 (1936).

[4]) CARIUS, C.: Z. anorg. allg. Chem. **197**, 254 (1931).

[5]) SMITH, N.: Bull Amer. Physic. Soc. **10**, 24 (1935).

[6]) SCHOON, TH., u. R. HAUL: Z. physik. Chem., Abt. B **44**, 109 (1939).

[7]) SCHOON, TH., u. R. HAUL: Z. physik. Chem., Abt. B **44**, 216 (1939).

[8]) SIMON, A., u. A. LANDGRAF: Kolloid-Z. **74**, 296 (1936).

[9]) HÄGG, G.: Z. physik. Chem., Abt. B **29**, 95 (1935).

[10]) BAUDISCH, D., u. L. A. WELO: Naturwiss. **21**, 593 (1933).

[11]) FRICKE, R.: Angew. Chem., Abt. A **54**, 361 (1941).

[12]) KRAUSE, A., u. E. TUNDAK: Z. anorg. allg. Chem. **235**, 295 (1938).

Über die Adaptation des Angeborenen Auslösemechanismus.

Zur experimentellen Analyse der Instinktbewegung (Ib.) hat LORENZ die Methode der „doppelten Quantifizierung" entwickelt[1]). Dabei wird die Intensität der — eine Ib. auslösenden — Außenreize (sog. Schlüsselreize) erfaßt sowie das jeweilige Ausmaß der „aktionsspezifischen Erregung" im nervösen Zentrum einer Ib. bestimmt. Wird ein Schlüsselreiz nach mehrmaligem Auslösen unwirksam, so nahm man an, daß die zentrale Erregung der Ib. verbraucht sei und erst neu generiert werden müsse. Auch Abdressur [TINBERGEN und PERDECK[2])] sowie motorische Ermüdung [DREES[3])] wurden vermutet. Folgende Versuche weisen auf einen anderen Mechanismus hin.

Die Sperrbewegung nestjunger Buchfinken (*Fringilla coelebs*) wird durch akustische und taktile Schlüsselreize ausgelöst. Beide sind für sich etwa gleich stark wirksam und summieren sich, wenn sie gleichzeitig geboten werden [Reiz-Summenregel[4])]. Wiederholt man den akustischen Reiz, bis er unwirksam wird (bei jedesmaligem Füttern, daher keine Abdressur) und bietet dann den taktilen Reiz, so erhält man wieder die *volle Intensität* der Ib. (ebenso bei umgekehrter Reizfolge). Es handelt sich demnach nicht um eine Erschöpfung der zentralen Erregung der Ib., sondern um ein Geschehen innerhalb des afferenten Apparates, des sog. Angeborenen Auslösemechanismus (AAM). Dabei bleibt dieses adaptive Geschehen auf das dem jeweiligen Schlüsselreiz zugehörige afferente Korrelat beschränkt.

Eine Stütze erfährt dieser Befund in folgendem Versuch. Die rhythmische Suchbewegung. die der menschliche Säugling mit seinem Kopf ausführt, ist zunächst völlig afferenzunabhängig und spontan. Im Laufe der Entwicklung wird sie aber zunehmend von der Auslösung durch taktile Reize in der Wangen-Lippengegend abhängig, bis sie schließlich zum streng ausmaß- und richtungsbestimmten „oralen Einstellmechanismus" (Hinwenden des Mundes zur Reizquelle) wird[5]. Wird dieser nun im Versuch wiederholt ausgelöst, so wird die Bewegung zunehmend rhythmisch und immer mehr von der Auslösung durch den Schlüsselreiz unabhängig, d.h. spontan. Da es sich bei Suchautomatie und oralem Einstellmechanismus um denselben efferenten zentralen Apparat handeln muß, kann die Veränderung durch das mehrmalige Auslösen nur den afferenten Anteil betreffen[6]).

Es erscheint daher notwendig, neben den Intensitätsschwankungen der spontanen Erregung im Zentrum und der Stärke der Schlüsselreize auch noch den jeweiligen *Adaptationsgrad des AAM* zu quantifizieren. Zu untersuchen bleibt,

wieweit die bisher *nur* als Folge zentraler Erregungsänderungen gedeuteten Aktivitätsschwankungen im einzelnen Fall Veränderungen der Ansprechbarkeit des Reizfilterapparates (AAM) sind.

Forschungsstelle für Verhaltensphysiologie des Max-Planck-Institutes für Meeresbiologie, Buldern (Westf.).

H. F. R. PRECHTL.

Eingegangen am 21. Februar 1952.

[1]) LORENZ, K.: Z. Tierpsychol. 5, 235 (1943).

[2]) TINBERGEN, N., u. J. PERDECK: Behaviour (Leiden) 3, 1 (1950).

[3]) DREES, O.: Verh. Dtsch. Zool., Marburg 1950, S. 186.

[4]) SEITZ, A.: Z. Tierpsychol. 4, 40 (1940).

[5]) PRECHTL, H., u. W. M. SCHLEIDT: Z. vergl. Physiol. 32, 257 (1950).

[6]) Im Insulinschock läßt sich auch beim Erwachsenen der orale Einstellmechanismus auslösen, bzw. die Suchautomatie tritt im tieferen Koma ohne Außenreiz auf. Auch die Hypoglykämie greift nur an der afferenten Kontrolle und an der Hemmung der Spontanrhythmik an und ergibt daher ähnliche Bilder wie die Adaptation des AAM. (Eigene unveröffentlichte Beobachtung.)

Besprechungen.

Landolt-Börnstein: Zahlenwerte aus Physik, Chemie, Astronomie, Geophysik und Technik. 6. Aufl. Bd. I: Atom- und Molekularphysik. Teil 2: Molekeln I (Kerngerüst). Vorbereitet von G. JOOS, herausgeg. von ARNOLD EUCKEN † und K. H. HELLWEGE. Berlin-Göttingen-Heidelberg: Springer 1951. VIII, 571 S. u. 460 Abb. DM 168.—.

Erfreulich rasch folgt dem ersten Teilbande der „Atom- und Molekularphysik", den „Atomen und Ionen", der zweite, der die Zahlenwerte der Molekeln enthält, soweit sie sich auf Struktur und Dynamik des Kerngerüstes beziehen. Wieder wird die Erinnerung an ARNOLD EUCKEN wach. „Er hatte die Arbeit begonnen in der oft ausgesprochenen Überzeugung, daß ebenso wichtig wie die Forschung selbst auch die systematische Ordnung und Darstellung ihrer Ergebnisse sei und daß man die damit verbundene Mühe nicht scheuen dürfe." Dieser Mühe hat sich K. H. HELLWEGE als sein Nachfolger im Werk mit vorbildlichem Eifer unterzogen, mit ihm eine Reihe von Mitarbeitern an diesem umfangreichen Teilband.

Er enthält 5 Hauptabschnitte von sehr ungleicher Länge. Die ersten drei und der letzte sind kurz:

1. DEBYE jr. und H. STUART, *Atomabstände und Strukturen, bestimmt durch Elektronenbeugung:* Strukturen, Valenzwinkel und Abstände von ein paar hundert Elementen, anorganischen und organischen Molekeln.

2. und 3. E. WICKE, *Valenzenergien und Trennungsenergien chemischer Bindungen,* unter letzteren wesentlich die Dissoziationsenergien Zweiatomiger, kürzer die Trennungsenergien Mehratomiger.

5. Als Schlußabschnitt ganz kurz E. U. FRANCK, *Die Hemmung der inneren Rotation einiger Molekeln im Gaszustand.*

Dazwischen steht als Abschnitt 4, rund 530 Seiten lang, der zentrale Teil, *Schwingungen und Rotationen der Molekeln.* Er beginnt mit einem Verzeichnis der schätzungsweise 6000 behandelten Substanzen, geordnet nach den Beschlüssen des Genfer Kongresses von 1892. Die organischen tragen ihr BEILSTEIN-Zitat, jede einen Vermerk, ob ihre Schwingungszahlen usw. aus dem RAMAN-Effekt, aus dem Ultrarotspektrum, mit Mikrowellen oder vorwiegend theoretisch gefunden worden sind. Dieses Substanzen- wie das folgende Literaturverzeichnis von 2394 Nummern haben die fünf Autoren des Abschnitts gemeinsam bearbeitet. Es folgen die Unterabschnitte:

a) R. MECKE, *Symmetrie der Molekeln und Eigenschwingungen.* Hier unter anderem Anzahl und Symmetrieeigenschaften der Eigenschwingungen in Systemen mit nichtentarteten und mit entarteten Schwingungen; als Beispielreihen Eigenschwingungen und Eigenfrequenzen hochsymmetrischer Kettenmolekeln und Ringsysteme.

b) Mit Beschränkung auf etwa 600 Substanzen (das sind rund $^1/_3$ der untersuchten) R. MECKE und F. KERKHOF, *Eigenschwingungen, auch Trägheitsmomente und Kernabstände, einfacher Molekeln aus* RAMAN- *und Ultrarotspektren.* Reichlich 100 Seiten.

c) R. MECKE, *Ultrarote Rotations- und Schwingungsspektren der einfachsten Molekeln:* an relativ wenigen Substanzen die vollständigen Schwingungs- und Rotationsanalysen.

d) H. SEIDEL, *Ultrarotspektren weiterer ausgewählter Substanzen.* Der Bilderteil des Ganzen! Von Fig. 1 bis 458b, von Hydrazin bis zu Nitrophenol in Lösung die Fülle der Absorptionskurven in einheitlicher Umzeichnung, ausgesucht in dem Bemühen, der Theorie und der Praxis gleichermaßen gerecht zu werden. Die Festkörper bleiben im allgemeinen dem künftigen Teilbande „Kristalle" vorbehalten.

e) Der nächste Abschnitt, H. PAJENKAMP, RAMAN-*Spektren weiterer ausgewählter Molekeln,* enthält dagegen nur eine Unsumme von Zahlen und am Seitenschluß jeweils Strukturformeln. Die reinen Kohlenwasserstoffe sind vollzählig, sonst nur die wichtigsten Typen der einzelnen Stoffklassen mit ihren Frequenzen, Intensitäten, Strukturen, Polarisationsgraden angegeben.

f) Verdienstlich ist die Zusammenstellung von *Mikrowellenspektren* (W. MAIER), diesem neuesten und zukunftsträchtigsten Bereich der mm- und cm-λ. Hier erscheint das Inversionsspektrum des NH_3, das als Normalspektrum gilt, mit der Frequenz $23\,870{,}12 \pm 0{,}02$ MHz der Ammoniakuhr. 16 Tabellen von Rotationsspektren folgen, des FCl, des CH_3Cl, des Wassers usw., weitere Tabellen handeln unter anderem von Rotationskonstanten und Trägheitsmomenten, Kernabständen und Bindungswinkeln, elektrischen Quadrupolmomenten der Kerne und elektrischen Dipolmomenten von Molekeln.

Zum Ganzen kann ich wiederholen, was ich am Schluß einer Besprechung des ersten Teilbandes bemerkt habe: wir können HELLWEGE und seinen Mitarbeitern nur unsern Dank aussprechen und von Herzen wünschen, „daß sich das größte Werk vollende". E. BUCHWALD (Jena).

Eingegangen am 15. Juni 1951.

Doetsch, G.: Handbuch der Laplace-Transformation. Bd. I Theorie der LAPLACE-Transformation. Basel: Birkhäuser 1950. 581 S. Brosch. sfr. 74.—; Gzl. sfr. 78.—.

Jeder Physiker und Techniker weiß, daß die LAPLACE-Transformation ein nützliches Instrument ist, um explizite Lösungen von Aufgaben zu finden, die in verschiedenen Teilen mathematischer Naturbeschreibung auftauchen. Zum Teil ist dieses Instrument unabhängig von der reinen Mathematik entwickelt worden (Heavisidekalkül), und bis heute erzwingen die Bedürfnisse der Anwendungen immer wieder Erweiterungen der mathematischen Theoreme.

Gegenüber der ersten Darstellung, die der Autor von diesem Gebiet gegeben hat (Theorie und Anwendung der LAPLACE-Transformation, Berlin 1937, Springer-Verlag, 436 S.) ist jetzt ein zweibändiges Handbuch vorgesehen, dessen erster Band vorliegt. Er allein ist umfangreicher als das Buch von 1937. Er umfaßt die rein mathematischen Entwicklungen, während die Anwendungen für den zweiten Band vorgesehen sind. Einen Eindruck von dem reichen Inhalt vermitteln die folgenden Kapitelüberschriften: Allgemeines über lineare Funktionaltransformationen und Grundbegriffe der Funktionalanalysis; Allgemeine analytische Eigenschaften der LAPLACE-Transformation; Allgemeine funktionentheoretische Eigenschaften der durch die LAPLACE-Transformation erzeugten Funktionen; Die komplexe Umkehrformel; Formeln für das Partialintegral der LAPLACE-Transformation; Die PARSEVALsche Gleichung; Bedingungen für die Darstellbarkeit einer Funktion als LAPLACE-Transformierte; Weitere Umkehrformeln für die LAPLACE-Transformation; Die CESÀROschen arithmetischen Mittel des LAPLACE-Integrals und die $L^{(k)}$-Transformation; Die LAPLACE-Transformation der ganzen Funktionen vom Exponentialtypus; Die zweiseitige LAPLACE-Transformation bzw. MELLIN-Transformation von analytischen Funktionen; Die LAPLACE-Transformation von Funktionen der Klasse L^2; ABELsche Sätze über das Verhalten der LAPLACE-Transformierten an einer singulären Stelle im Endlichen; ABELsche Sätze über das Verhalten der LAPLACE-Transformierten für $s \to \infty$; ABELsche Sätze für das komplexe Umkehrintegral; TAUBERsche Sätze für die LAPLACE-Transformation. Dazu tritt ein Anhang, der in 62 Nummern Formeln und Lehrsätze der Analysis ohne Beweise zusammenstellt. Ausführlicher Literaturnachweis.

Der Stil des Buches ist durchaus der eines Lehrbuches, die Beweise werden ausführlich gebracht und sind leicht zu verfolgen. Der Wunsch, dem Nicht-Mathematiker auch bei den rein mathematischen Fragestellungen verständlich zu bleiben, ist offensichtlich. Dem Erscheinen des zweiten Bandes dieses wertvollen Handbuches wird man mit großem Interesse entgegensehen. RELLICH (Göttingen).

Eingegangen am 9. Juni 1951.

Strutt, M. J. O.: Verstärker und Empfänger. 2. Aufl. Berlin-Göttingen-Heidelberg: Springer 1951. XV, 422 S. u. 425 Abb. DM 46.50.

Der Umfang der Kenntnisse, über die wir heute auf den Gebieten der Röhrenverstärker und -empfänger verfügen, hat in den letzten zwei Jahrzehnten eine gewaltige Ausweitung erfahren. Der Studierende dieses Faches sieht sich daher einem Wissensstoff gegenüber, für dessen Bewältigung in einem fristgerechten Studium kurz und prägnant gefaßte, alles Wesentliche präzis, klar und systematisch darstellende Lehrbücher unerläßlich sind. Ein Lehrbuch dieser Art ist der von STRUTT verfaßte 4. Band aus der Reihe der Lehrbücher der drahtlosen Nachrichtentechnik. Die 1. Auflage erschien bereits 1943. Wegen des besonderen Wertes dieses Lehrbuches und seiner ausgezeichneten Darstellung ist es sehr zu begrüßen, daß sich die Herausgeber und der Verf. entschlossen haben, nunmehr eine 2. Auflage folgen zu lassen. Der klare und strenge Text der 1. Auflage wurde im wesentlichen beibehalten. Einige Kapitel erfuhren zum Teil erhebliche Erweiterungen. Der gesamte Umfang des Werkes vergrößerte sich dadurch um etwa 35 auf etwas über 400 Textseiten. Die wertvollen Hinweise auf das spezielle Schrifttum der behandelten Problemkreise und -fragen wurden von 244 auf 371 Zitate erweitert. Von besonderem Interesse dürften die Ergänzungen sein, die der Abschnitt über „Verfahren zur Verringerung der Wirkung spontaner Schwankungen in Verstärkerstufen und in Empfangsgeräten" erfahren hat. Er kommt der besonderen Neigung des Verf. entgegen und enthält unter anderem einige neue aufschlußreiche Mitteilungen.

Zur Gesamtdarstellung ist zu bemerken, daß es die Fülle des Erfahrungsschatzes deutlich sichtbar werden läßt, die dem Verf. während seiner Tätigkeit bei der Firma Philips in Holland zur Verfügung stand. Aus diesem Grunde würde man wünschen, daß bei einer späteren Auflage auf Grund derselben umfangreichen Erfahrungen auch die Probleme des Fernsehverstärkers und -empfängers eingehend behandelt werden.

Das Buch kann allen Studierenden und auf dem Verstärker- und Empfängergebiet Arbeitenden warm empfohlen werden.

Die Ausstattung des Buches entspricht der alten Tradition des Springer-Verlages. W. KROEBEL (Kiel).

Eingegangen am 11. Juni 1951.

Masing, G.: Lehrbuch der allgemeinen Metallkunde. Unter Mitarbeit von K. LÜCKE. Berlin-Göttingen-Heidelberg: Springer 1950. 8°. XV, 620 S. u. 495 Abb. Geb. DM 59.60.

In Kreisen amerikanischer Metallphysiker hört man auf die Frage, wie man zu guten Arbeiten über Metalle kommen kann, die Antwort: Man muß dasselbe machen, was TAMMANN gemacht hat, aber man muß es besser machen, als es damals möglich war. Dieses Rezept hat der Verf. als berufener Vertreter TAMMANNscher Tradition für sein neues Lehrbuch mit sichtlichem Erfolg angewandt. Er hat die beiden Aufgaben klar erkannt, die seit dem Jahr 1932, in dem das bekannte Lehrbuch der Metallkunde von TAMMANN zum letzten Mal erschien, besonders dringend geworden sind: Die heutige Metallkunde soll sehr weiten Kreisen nahegebracht werden, daher mußte die systematische Gliederung und die Darstellung der physikalischen und chemischen Grundlagen sorgfältiger als damals durchgeführt werden. Zweitens mußten aber auch die auf fast allen Gebieten eingedrungenen speziellen physikalischen, vor allem atomistischen Erfahrungen und Gedanken geeignet verarbeitet werden — ein besonders schwieriges Problem für ein Lehrbuch, das im Umfang und in der Verwendung von Mathematik beschränkt ist und möglichst allgemeine Sätze bringen will, während die atomistische Analyse der Vorgänge in diesen komplizierten Stoffen meist noch beim speziellen Fall stehen geblieben ist.

So werden in den beiden ersten Kapiteln allgemeine physikalisch-chemische, kristallographische und thermodynamische Grundsätze besprochen. Ein weiteres Kapitel befaßt sich mit der klassischen Lehre von den Zustandsdiagrammen, ergänzt durch Ausführungen über die thermodynamische Berechnung der Gleichgewichte in binären Systemen. Im vierten Kapitel wird der atomistische Aufbau der Elemente und Legierungen sowie seine elektronentheoretische und thermodynamische Begründung besprochen. Auch in dem folgenden Kapitel über Diffusion werden die atomistischen Verhältnisse, wenn auch nur qualitativ, erwähnt, nicht dagegen die spezielleren, quantitativen Untersuchungen der Schule von C. ZENER u. a. über die Diffusion von Kohlenstoff in Eisen. Das Kapitel über die Entstehung des kristallinischen Metallkörpers in der Schmelze und dem Dampf geht ausführlich auf die fundamentalen Vorstellungen von KOSSEL, STRANSKI und VOLMER ein. Es bringt auch experimentelle Ergebnisse an nichtmetallischen Stoffen, wobei betont wird, daß diese mit den genannten Vorstellungen nicht ohne weiteres in Einklang stehen. Die ebenfalls hierher gehörenden Beobachtungen über die Lamellenstruktur aller metallischen Systeme werden nicht erwähnt. Ein längeres Kapitel bespricht die physikalischen Eigenschaften der Metalle und bringt vor allem eine gründliche Erörterung des periodischen Systems, des Magnetismus und der Elastizitätstheorie. Das achte Kapitel gilt der plastischen Verformung; die eingehende und klare Besprechung der modernen Versetzungstheorie bildet einen der Höhepunkte des Buches. Ein besonderes Kapitel ist dem Gebiet der Eigenspannungen gewidmet, ein weiteres der Erholung und Rekristallisation. Bei der letzteren zeigt sich, wie schwierig es ist, ein Gebiet kurz und verständlich darzustellen, dessen atomistische Grundzüge noch kaum geklärt sind. Das elfte Kapitel befaßt sich mit den Zustandsänderungen in kristallisierten Metallen, d. h. den allotropen Umwandlungen und den Aushärtungsvorgängen, und das zwölfte bespricht eingehend, übersichtlich und kritisch die chemischen Reaktionen der Metalle mit nichtmetallischen Stoffen, also das Gesamtgebiet der Korrosion. Ein Anhang bringt noch eine kurze, mehr klassisch und technisch eingestellte Besprechung einiger Legierungen des Eisens, Kupfers, Zinks, Nickels sowie der Leichtmetalle.

Das Buch wird zweifellos beim modernen Unterricht in Metallkunde von Dozenten und Studenten als Standardwerk benutzt werden. Der Umfang des behandelten Stoffs, die Klarheit des Stils und die Vorsicht im Urteil machen es hiefür hervorragend geeignet. Hoffentlich wird es auch von Kollegen anderer Fachrichtungen studiert und zeigt ihnen, wieviel tiefe physikalisch-chemische Fragen sich bei den Metallen und Legierungen stellen und teilweise auch beantworten lassen. Da aber, wie auch im Vorwort gesagt ist, der Sinn der Metallkunde als abgegrenzter Disziplin, wenn überhaupt, dann nur in ihrer technischen Anwendung gesucht werden kann, erhebt sich zuletzt die Frage, ob das Buch auch technisch fruchtbar sein wird. Kein Einsichtiger wird ja die Gefahr verkennen, die der heutigen wissenschaftlichen Metallkunde dadurch entsteht, daß kristallographisch-geometrische Einzelheiten überhand nehmen und unfruchtbar bleiben, weil sie zwar mit Physik verwechselt, aber nicht physikalisch-dynamisch, vor allem thermodynamisch ausgewertet werden. Daher wird man immer noch mehr und nicht etwa weniger Physik brauchen, wenn man eine technische Anwendung der über die Zustandsschaubilder hinausgehenden wesentlich atomistischen Erkenntnisse erwartet. Der Verf. ist sich dieser Sachlage durchaus bewußt. Wo er gezögert hat, die atomistische Dynamik bis zum technisch bedeutungsvollen Ende zu verfolgen, wie z. B. im Fall der Aushärtung und der Wechselfestigkeit, hat ihn wohl die Sorge um Verständlichkeit und genügend allgemeine Anerkennung der noch nicht abgeschlossenen Erkenntnisse bestimmt. Aber auch für diese Fragen bietet das Buch genügend Grundlagen, auf denen ohne Schwierigkeit aufgebaut werden kann. So ist aus der jahrelangen und mühevollen Arbeit des Verf. ein repräsentatives Werk entstanden, dessen weiterer Entwicklung man mit hoffnungsfroher Spannung entgegensehen wird. U. DEHLINGER (Stuttgart).

Eingegangen am 22. Juni 1951.

Rabald, E.: Corrosion Guide. Amsterdam: Elsevier Publishing Co. 1951. 48 S. Text u. etwa 600. S. Tabellen. $ 12.50.

Das Verhalten von einer Reihe (über 40) wichtigster metallischer und einiger nichtmetallischer Werkstoffe etwa 250 Angriffsmitteln gegenüber ist tabellarisch dargestellt. Eine gewisse Angliederung an das 1931 erschienene Werk des Verf. „Werkstoffe und Korrosion" ist unverkennbar. Jedoch ist der Text, in dem in der Hauptsache einige allgemeine Richtlinien für die Behandlung der praktischen Korrosionsprobleme gegeben werden und der übrigens meisterhaft ist, hier auf das Mindestmaß beschränkt. Die Tabellen geben nicht nur summarische Hinweise (etwa beständig oder nichtbeständig), sondern vielfach auch Einzelheiten. Es ist selbstverständlich, daß die Behandlung eines einzelnen Problems im Rahmen einer Tabelle nicht erschöpfend sein kann, und so hat die hier vermittelte Information naturgemäß trotzdem einen einigermaßen vorläufigen Charakter. Es ist zu bedauern, daß es nicht möglich gewesen ist, in den Tabellen Literaturhinweise zu

geben, die dem Leser die Verfolgung eines in Frage kommenden Falles erleichtern würden.

Im Rahmen des bei der gewählten Darstellung und bei der Fülle des Stoffes Möglichen gibt der Verf. dem Leser wirklich nützliche Informationen, wobei der Umstand, daß er selbst ein führender praktisch tätiger Fachmann ist, von entscheidender Bedeutung ist.

Das Werk des deutschen Verf. ist wohl aus Rücksicht auf das bekannte geringe Volumen des deutschen Büchermarktes auf englisch erschienen. G. MASING (Göttingen).

Eingegangen am 15. Juni 1951.

Schwarzenbach, Gerold: Allgemeine und anorganische Chemie. 4. Aufl. Stuttgart: Georg Thieme 1950. 474 S., 107 Abb. Gzl. DM 21.60.

Einem Lehrbuch, das innerhalb von zehn Jahren bereits in vier Auflagen erschienen ist, seine Berechtigung zu bescheinigen, dürfte unnötig sein. Somit bleibt nur die Feststellung übrig, daß das „einfache Lehrbuch auf neuzeitlicher Grundlage" offenbar seine Aufgabe erfüllt und sich bei den Studierenden der Chemie einer gewissen Beliebtheit erfreut. Originell ist an diesem Lehrbuch die Stoffeinteilung. Während andere Lehrbücher der anorganischen Chemie nach altem Brauch so vorgehen, in die Lehre vom Stoff die Lehre von den allgemeinen Gesetzen an geeigneten Stellen einzugliedern, mithin experimentelle und theoretische Chemie miteinander verknüpfen, verfolgt G. SCHWARZENBACH eine rein deduktive Methodik, indem er im Teil I (240 Seiten) die Theorie vorwegnimmt und erst im Teil II (195 Seiten) die Elemente und ihre Verbindungen, nach Stoffklassen geordnet, beschreibt. Das Erscheinen der 4. Auflage möge daher als Ausgangspunkt genommen werden für eine Diskussion über die vom Verf. im Vorwort aufgeworfene Frage, ob es sinnvoll sei, Chemie deduktiv zu unterrichten. Der Verf. fragt, kann man Chemie überhaupt induktiv unterrichten und sagt: Es ist sehr raumsparend, wenn man die statistische Betrachtungsweise früh einführt, die Gesetzmäßigkeiten des periodischen Systems darlegt und deren Erklärung durch das moderne Atommodell gibt. In diesem Punkte stimmt der Ref. mit dem Verf. überein. Auch er erachtet es in Vorlesungen wie in Lehrbüchern für zweckmäßig, möglichst frühzeitig auf das Atommodell und das periodische System zu sprechen zu kommen, um die Grundlage für das Verständnis chemischen Geschehens und für Besprechung allgemeiner Zusammenhänge zu schaffen. Die rhetorische Frage, die der Verf. also verneint wissen will, möchte der Ref. bejahen. Er ist der Ansicht, daß beide Verfahren kombiniert und von Fall zu Fall modifiziert am besten zu didaktischen Erfolgen führen. Daß man in einer Vorlesung und in einem modernen Lehrbuch der anorganischen Experimentalchemie dabei die Elektronentheorie der Valenz zugrunde legt, versteht sich heute von selbst. Daß es aber didaktisch besonders wirkungsvoll sein soll, die allgemeine Chemie unter Verzicht auf jegliche stoffliche Beschreibung und also mit Unkenntnis der Materie, die letztlich dann doch immer wieder als Material benutzt werden muß, zu lehren, möchte der Ref. gerade auf Grund des Buches von SCHWARZENBACH verneinen. Wenn z. B. (S. 89) für die Besprechung des Wesens der Komplexionen Subphosphat- und Dithionation als Beispiele erscheinen, so muß solches notwendigerweise dem Leser unverständlich bleiben, sofern er Anfänger ist und den zweiten Teil des Buches noch nicht studiert hat.

Die Beurteilung des didaktischen Wertes der Methodik hängt somit wesentlich von der Vorstellung ab, für wen das Buch geschrieben ist. Als reines Anfängerlehrbuch, als das es der Verf. wohl gedacht hat, wenn man sich das sehr einfach gehaltene Einführungskapitel (der reine Stoff) vor Augen hält, kommt es nach dem Urteil vom Ref. befragter Studenten kaum in Frage. Hierfür ist das folgende Kapitel (Physikalische Eigenschaften der Stoffe) entweder zu schwierig oder zu knapp in der Darstellung (so z. B. bei der Beschreibung der Zustandsdiagramme bei Mischkristallbildung oder bei den Molekulargewichtsbestimmungen in Lösungen). In letzterem Falle erscheint plötzlich der erst 30 Seiten später abgehandelte Begriff der Ionen und wird also als bekannt vorausgesetzt. Eine ähnliche Vorwegnahme, über die der Anfänger stolpern dürfte, geschieht auf S. 62 mit der Koordinationszahl, deren Definition als „der Zahl der zu einem beliebig herausgegriffenen Atom gehörenden Nachbarteilchen" keine richtige Vorstellung vom Wesen dieser Zahl ergibt. Später (S. 104) wird dann die Koordinationszahl in einer unnötig komplizierten Weise abgeleitet. Es ist anzunehmen, daß ein Anfänger mit den gesperrt gedruckten Sätzen (S. 104) wenig anfangen kann: „Die wirklich existierenden Atomverbände werden also abgeleitet, indem man vorerst aus den Atomen Ionen bildet, deren Ladung durch die stöchiometrische Wertigkeit angegeben wird. Von diesen Ionen besitzen sehr viele keine Eigenexistenz, wie etwa das S^{+3}. Zu den existierenden Atomverbänden gelangt man dadurch, daß man diese unbeständigen Ionen mit Gegenionen umgibt, deren Zahl durch die Koordinationszahl angegeben wird." Wie mißlich es ist, Theorien ohne die Basis der Stoffkenntnis entwickeln zu wollen, erhellt aus manchen anderen Stellen des ersten Teils, besonders auffallend bei der Entwicklung der BRÖNSTEDT-Theorie, der sich der Verf. völlig verschrieben hat. Es wirkt verwirrend, wenn erklärt wird, daß das Natriumamid ein Salz der Säure NH_3 sei, das stark basische Anion NH_2 enthalte und daß bei der Hydrolyse des Amids das Wasser als Säure fungiere und aus der Base NH_2 dann eine Säure NH_3 mache. Wenige Seiten weiter heißt es nämlich: „Eine Säure liefert bei der Lösung in Wasser Wasserstoffionen und eine Base liefert Hydroxylionen."

Der Ref. hat den Eindruck, daß das Werk für einen fortgeschrittenen Studenten, der das Stoffliche und Theoretische schon einigermaßen übersieht, eine gewinnbringende und anregende Lektüre sein wird und damit eine wichtige Aufgabe erfüllt.

Für eine Neuauflage mögen einige Hinweise und Vorschläge zur Verbesserung gegeben sein.

Die neue Valenzlehre allein als das Werk von G. N. LEWIS zu bezeichnen, ist wohl nicht angängig. Dem KOSSELschen Anteil und seiner Theorie wird der Satz „eine neue dualistische Valenzlehre, die viel Ähnlichkeit mit derjenigen von BERZELIUS hat (ABEGG, KOSSEL) . . ." nicht gerecht.

Die Halogene werden (S. 68) als Stoffe hingestellt, die in ihren Verbindungen meist einwertig sind. Dies ist bei der großen Zahl von Halogensauerstoffverbindungen nicht richtig.

Bei dem Abschnitt über Pulverreaktionen wird als wenig geeignetes Beispiel gesagt, die Herstellung des Messings erfolge durch Zusammenpressen von Kupferpulver und Zinkstaub und die des Porzellans durch Mischen von Kaolin, Feldspat und Quarz und „Brennen" des Gemenges, wobei eine Pulverreaktion stattfände. Das Wesentliche bei der Porzellanherstellung ist doch wohl, daß durch das Schmelzen des Feldspats eine Glasbasis und eine Neubildung des Mullits aus den Kaolinkomponenten stattfindet. Feuerfeste Schamotte- und Sillimanitsteine werden nicht mit Hilfe von „Lehm" dargestellt.

Von der Salpetersäure wird gesagt, „sie sei eine recht starke, aber keine sehr starke Säure", und es wird behauptet, sie sei im Gegensatz zu ihren Salzen ein kräftiges Oxydationsmittel, woraus zu entnehmen wäre, daß die Nitrate keine Oxydationsmittel sind.

Die Herstellung der Hydroxylamindisulfosäure und ihrer Abkömmlinge sollte klarer beschrieben werden. Hierbei wäre ein genauerer Hinweis auf das stickoxyddisulfonsaure Salz am Platze, das in Lösung als violettes monomeres Radikal, im festen Zustande als gelbes Dimeres existiert.

Daß das reine Br_2O noch nicht erfaßt sei, stimmt nicht. Es wurde von dem Ref. im Jahre 1939 isoliert und eingehend beschrieben. Die frühere Feststellung, daß Br_2O in CCl_4 angereichert werden kann, stammt nicht von ZINTL, sondern von SCHUMACHER.

Die blaue Färbung, die mittels H_2O_2 in sauren Chromatlösungen entsteht, ist auf CrO_5, nicht auf die Ionen der in neutralem Medium entstehenden blauen Peroxychromate $Cr_2O_{12}^{-2}$ zurückzuführen.

Sinnstörend ist ein Druckfehler (S. 208), wonach das polymere Phosphornitrilchlorid als organischer Kautschuk (statt anorganischer) bezeichnet wird.

Abschließend sei noch einmal hervorgehoben, daß dem Ref. das Lehrbuch von SCHWARZENBACH sehr geeignet erscheint, dem fortgeschrittenen Chemiker in gedrängter Form das Wesen der anorganischen Chemie in ihrem modernen Gewande zu übermitteln. Er wird aus der Lektüre im Gegensatz zum Anfänger, dem die rein deduktive Methodik Schwierigkeiten bereiten dürfte, viele Anregungen erfahren.

R. SCHWARZ (Aachen).

Eingegangen am 14. Juni 1951.

Meyer, K. H., und H. Mark: Makromolekulare Chemie. 2. Aufl. völlig neu bearbeitet von K. H. MEYER unter Mitwirkung von A. J. A. VAN DER WYK. Leipzig: Geest & Portig 1950. XXIV, 1047 S. u. 229 Abb. DM 66.—.

Das im Jahre 1940 von K. H. MEYER und H. MARK herausgegebene Werk liegt jetzt in einer von K. H. MEYER unter Mithilfe einiger Mitarbeiter bearbeiteten Neuauflage vor. Es

ist bestrebt, eine sehr umfassende Darstellung des Gesamtgebietes der Chemie und physikalischen Chemie der makromolekularen Verbindungen zu geben. Unverkennbare Vorzüge des Werkes sind die bekannte flüssige und klare Darstellungsweise des Verf. und eine gute buchtechnische Ausstattung.

Inzwischen hat allerdings das Gebiet der makromolekularen Chemie einen derartigen Umfang erreicht, daß es von einem einzigen Bearbeiter — selbst unter Zuhilfenahme einiger engerer Mitarbeiter — kaum mehr mit der notwendigen Vollständigkeit dargestellt werden kann. Das ist in dem jetzt von K. H. MEYER neu herausgegebenen Werk deutlich zu bemerken. Darüber hinaus geht aber die Einseitigkeit in der Literaturauswahl vielfach so weit, daß auch die Objektivität der Darstellung erheblich darunter leidet. Es kommt hinzu, daß die Arbeiten, die vom Verf. aus sachlichen oder persönlichen Gründen abgelehnt werden, meist ohne sachliche Diskussion durch kurze und oft recht leichtfertige Bemerkungen „abgefertigt" oder nicht zitiert werden.

Die Arbeiten STAUDINGERS und seines Arbeitskreises werden weitgehend unterdrückt. Dadurch wird in vielen Teilgebieten, etwa bei den polymeranalogen Umsetzungen, den Zusammenhängen zwischen Molekulargewicht und Viskosität, den polymerhomologen Reihen, den Beziehungen zwischen Molekelgröße und Löslichkeit und ihrer Anwendung bei der Fraktionierung, den Polymerisations-, Polykondensations- und Abbaureaktionen die Darstellung einseitig und unvollständig. Der Abschnitt über Stärke ist durch Fortlassung der Ergebnisse von STAUDINGER, HUSEMANN und MYRBÄCK nicht dem heutigen Stand entsprechend, ebenso die Abschnitte über die Begleitstoffe der Cellulose (Holzpolyosen). Die Arbeiten von W. KUHN u. a. über die statistische Gestalt der Fadenmolekeln sowie die Folgerungen daraus für die Strömungsdoppelbrechung, Viskosität, Lichtzerstreuung und Kautschukelastizität werden nicht erwähnt. In den röntgenographischen Abschnitten fehlen so wichtige neuere Arbeiten wie die von HERMANNS, KRATKY, BUNN u. a. Die „historischen" Ausführungen auf S. 911 dürften bei jedem Leser, der die Entwicklung der makromolekularen Vorstellungen kennt, ein leichtes Schmunzeln hervorrufen.

So lassen sich zahlreiche Lücken und Unvollständigkeiten aufzählen. Deshalb muß jedem, der das Buch dazu verwenden will, um sich über ein Teilgebiet oder auch das Gesamtgebiet der makromolekularen Chemie zu informieren, trotz des umfangreichen Materials, das es bringt, dringend geraten werden, mindestens zur Ergänzung eines der anderen Werke heranzuziehen, die in letzter Zeit verfaßt worden sind.

G. V. SCHULZ (Mainz).

Eingegangen am 22. Juni 1951.

Vickerstaff, Th.: The Physical Chemistry of Dyeing. London: Oliver u. Boyd 1950. VIII, 416 S., 125 Fig. u. 106 Tab. sh. 42.—.

Der Verf. beschreibt in 12 Kapiteln die modernen Färbetheorien für die verschiedenen Textilfaser-Typen und die experimentellen Grundlagen hierfür.

In den letzten Jahren ist über das Färben der natürlichen und der in steigendem Maße an Bedeutung gewinnenden synthetischen Textilfasern mit der immer größer werdenden Zahl konstitutionell stark unterschiedlicher organischer Farbstoffe nach der theoretischen Seite hin sehr viel gearbeitet und veröffentlicht worden. Es ist das Verdienst von TH. VICKERSTAFF, alle diese Arbeiten, seien es seine eigenen, seien es die der anderen Autoren, kritisch beleuchtet und in äußerst klarer Form zusammengefaßt zu haben; auch die mathematische Behandlung der physikalischen Vorgänge ist vorbildlich.

Das Buch interessiert nicht nur den Farbstoffsynthetiker und den sich mit Färbetheorien befassenden Textilchemiker; auch der praktische Färber kann heute nicht mehr an der Grundlagenforschung, die der Aufklärung der Färbevorgänge dient, vorbeigehen.

Der einzige Nachteil des Werkes ist, daß es bisher noch nicht in deutscher Sprache erschienen ist, so daß die Auswertung desselben auf einen relativ kleinen deutschen Leserkreis, der über entsprechendes Fachwissen und die nötige Kenntnis der englischen Fachausdrücke verfügt, vorbehalten bleiben muß. Sollte sich kein deutscher Textilchemiker mit entsprechenden physikalischen, mathematischen und englischen Kenntnissen finden, der die Übersetzung dieses für den Chemiker-Colorist so wichtigen Buches übernehmen würde?

G. SCHWEN (Ludwigshafen a. Rhein).

Eingegangen am 30. Juni 1951.

Peters, Hermann: Bestimmungsübungen an einheimischen Insekten. Stuttgart: Adler Druckerei u. Verlagsanstalt. 1950. 71 S. u. 12 Abb. DM 3.50.

Dieses gut gelungene Bändchen, als kurze Anleitung für Studierende bezeichnet, versucht eingangs, die Bedeutung einer sinnvollen Formenkenntnis auch denen nahezubringen, die meinen, der heutige Zoologe laufe nicht mehr mit dem Schmetterlingsnetz herum, da er im Laboratorium Wichtigeres zu tun habe. Die Grundtatsachen von Körperbau, Entwicklung und Systematik der Insekten, die Artenzahlen der Tierstämme, insbesondere der Insekten und ihrer Ordnungen werden besprochen. Dann wird in den Gebrauch der üblichen Bestimmungsschlüssel eingeführt, von denen Muster (Bestimmung der Insektenordnung) beigefügt sind. Auf 37 Seiten sind schließlich tabellarisch diejenigen Insektenarten zusammengestellt, die nach Vorschlag des Verf. im Übungsmaterial vertreten sein sollten. Dabei ist für jede Art gegebenenfalls aufgeführt, ob und in welcher Weise sie nützlich oder schädlich ist, daß sie unter Naturschutz steht und aus welchem Erdteil sie eingeführt oder eingeschleppt wurde. Ferner ist angegeben, für welches Fachstudium die einzelnen Arten von besonderem Interesse sind. Einfache schematische Zeichnungen und Diagramme ergänzen das in ansprechendem, klarem Stil geschriebene Bändchen, das es versteht, das Insektenbestimmen schmackhaft zu machen, und das deshalb auch dem Dozenten, dem als Leiter von Bestimmungsübungen diese Aufgabe obliegt, ebenso auch dem Biologielehrer an höheren Schulen wertvolle Anregungen geben kann.

HANS ULRICH (Göttingen).

Eingegangen am 21. Juni 1951.

Zentgraf, Eduard: Waldbau. (Winters Studienführer.) Heidelberg: C. Winter 1951. VIII, 168 S.

Dieser Studienführer ist aus Vorlesungen hervorgegangen und soll eine Übersicht vermitteln, zum eingehenderen Studium anregen und auf die wichtigste Literatur hinweisen. In diesem Sinn erfüllt dieses Buch eines erfahrenen wissenschaftlichen Praktikers seinen Zweck. Die Angaben sind einerseits so kurz und klar, daß ein Lernen im eigentlichen Sinne danach wohl möglich ist; andererseits wird mit Nachdruck darauf hingewiesen, daß ein Rezept für gedankenlosen Gebrauch im Einzelfall nicht gegeben werden kann. Der erste Teil legt die ökologischen Verhältnisse im Walde dar und schildert die wichtigsten Eigenschaften der einzelnen Forstbäume. Dabei wird man in manchem anderer Meinung sein können (z. B. Lichtverhältnisse im Wald). Der zweite Teil ist der Waldbautechnik gewidmet. Der Pflanzensoziologie wird ein erheblicher praktischer Wert zuerkannt, während von bodenkundlichen Dingen verhältnismäßig wenig die Rede ist. Die Möglichkeiten der Forstpflanzenzüchtung bzw. der Forstgenetik werden nur gestreift, wobei ein Ausdruck wie „vererbliche phänotypische Eigenschaften" vermieden werden müßte. Das gleiche gilt von der erheblichen Zahl von Druckfehlern, die leider auch Termini betreffen. Im übrigen aber handelt es sich um eine Darstellung, die wohl geeignet ist, zukünftige Fachleute in ein vielumstrittenes, theoretisch hochinteressantes, praktisch wichtiges Gebiet einzuführen, aber auch dem Nichtfachmann eine Vorstellung von den mannigfachen Problemen eines anscheinend so einfachen Faches zu vermitteln.

TH. SCHMUCKER (Göttingen).

Eingegangen am 10. Juli 1951.

Berichtigung

zu dem Aufsatz „50 Jahre Sterinchemie" von H. H. INHOFFEN, Naturwiss. **38**, 553 (1951):

Herr Prof. Dr. A. WINDAUS hat mich darauf aufmerksam gemacht, daß auch Herr Prof. MICHEEL (Münster) und Herr Prof. EHRENSTEIN (Philadelphia) zu seinen Schülern zu zählen seien.

H. H. INHOFFEN.

Verantwortlich für den Textteil: Prof. Dr. Ernst Lamla, Göttingen. — Springer-Verlag, Berlin · Göttingen · Heidelberg.
Druck der Universitätsdruckerei H. Stürtz AG., Würzburg.

LANDOLT-BÖRNSTEIN

Zahlenwerte und Funktionen

aus Physik, Chemie, Astronomie, Geophysik und Technik

Sechste Auflage der „Physikalisch-Chemischen Tabellen"

In Gemeinschaft mit

J. Bartels, P. ten Bruggencate, K. H. Hellwege, Kl. Schäfer, E. Schmidt

und unter vorbereitender Mitwirkung von

J. D'Ans, G. Joos, W. A. Roth †

herausgegeben von

Arnold Eucken †

In vier Bänden

(Erster Band in fünf Teilen)

I. Band: Atom- und Molekularphysik

Soeben erschienen:

5. Teil: **Atomkerne und Elementarteilchen.** Bearbeitet von **P. Brix, U. Cappeller, A. Flammersfeld, H. Frank, J. Geiss, F. G. Houtermans, H. Houtermans, H. Kopfermann, H. Maier-Leibnitz, J. Mattauch, L. Meyer-Schützmeister, H. Müller, W. Paul, K. Philipp, H. Reich, A. Sittkus, E. G. Steinke, M. Teucher, D. Vincent.**

Vorbereitet von **Georg Joos.** Weitergeführt von **A. Eucken †.** Herausgegeben von **K. H. Hellwege.**

Mit 471 Abbildungen. VIII, 470 Seiten. 1952. In Moleskin gebunden DM 148.—

Inhaltsübersicht:

Hyperfeinstruktur der Atomterme und Atomlinien. — Die Atomkerne und ihre Eigenschaften. — Natürlich radioaktive Atom-Arten. — Wechselwirkung von Kernen mit Teilchen und Lichtquanten. — Kosmische Ultrastrahlung.

III. Band: Astronomie und Geophysik

Bearbeitet von **J. Bartels, Fr. Becker, W. Becker, M. Beyer, L. Biermann, E. C. Bullard, Fr. Burmeister, S. Chapman, W. Dammann, W. Dieckvoss, W. Dieminger, G. Dietrich, H. Dörmann, A. Ebert, G. Falckenberg, H. Flohn, W. Fricke, W. Friedrich, R. Geiger, F. W. Götz, S. Günther, B. Gutenberg, H. Haffner, W. Hansen, L. Harang, Fr. Hecht, C. Hoffmeister, J. Hopmann, W. Horn, H. Israel, H. Jensen, J. Joseph, K. Jung, Ch. Junge, K. Kalle, K. Keil, W. Kertz, H. v. Klüber, K. Knoch, M. Köhn, A. König, A. Kopff, J. Larink, H. Lettau, R. Meyer, F. Möller, F. Nusser, R. Penndorf, G. Pogade, M. Rössiger, F. Schnaidt †, E. Schoenberg, A. Schulze, H. Siedentopf, H. Strassl, K. Stumpff, H. E. Suess, E. Tams, A. Unsöld, H. Vogt, A. Wachmann, M. Waldmeier, R. Wildt, H. Winkler, K. Wurm.** Teilweise vorbereitet von **Georg Joos.**

Herausgegeben von **J. Bartels** und **P. ten Bruggencate**

Mit 331 Abbildungen und 8 Nomogrammen. XVIII, 795 Seiten. 1952. In Moleskin gebunden DM 248.—

Inhaltsübersicht:

Astronomie: Astronomische Instrumente. Orts- und Zeitbestimmung. Astrometrische Konstanten. Die Häufigkeit der Elemente im Kosmos. Das Sonnensystem. Zustandsgrößen und Strahlung der Sterne. Örter und Bewegungen der Sterne. Spezielle Sterntypen. Das Sternsystem. Sternhaufen. Außergalaktische Nebel. — **Geophysik:** Schwerkraft und Erdfigur. Gezeitenkräfte. Minerale und Gesteine. Erdkörper. Magnetismus des Erdkörpers. Ozeanographie. Hydrographie. Meteorologie. Physik der höheren Atmosphäre.

Bisher erschienen:

I. Band: **Atom- und Molekularphysik**
- 1. Teil: **Atome und Ionen,** am 3. 7. 1950
- 2. Teil: **Molekeln I** (Kerngerüst), am 24. 3. 1951
- 3. Teil: **Molekeln II** (Elektronenhülle), am 25. 10. 1951

Die weiteren Bände werden folgende Gebiete behandeln:

I. Band: 4. Teil: **Kristalle.** Etwa 320 Seiten. Erscheint 1952.

II. Band: **Makrophysik und Chemie.** In 4 Teilen. In Vorbereitung.

IV. Band: **Technik.** In etwa 3 Teilen. Erster Teil erscheint 1952.

Jeder Band und Bandteil ist einzeln käuflich.

SPRINGER-VERLAG / BERLIN · GÖTTINGEN · HEIDELBERG

Geometrische Kristallographie und Kristalloptik und deren Arbeitsmethoden. Eine Einführung

Von Professor Dr. **Franz Raaz,** Wien und Professor Dr. **Hermann Tertsch,** Wien. Zweite, verbesserte Auflage. Mit 260 Textabbildungen. X, 215 Seiten. 1951. DM 19.—

Das seit seinem ersten Erscheinen im Jahre 1939 als Lehrbehelf bestens eingeführte Buch wendet sich in erster Linie an den Studierenden der Mineralogie, aber auch an alle jene Interessenten (Geologen, Bergtechniker, Physiker und Chemiker), die sich gelegentlich praktisch mit mineralogischen Fragen befassen müssen. Es ist kein theoretisches Lehrbuch, sondern will vor allem behilflich sein, in die wichtigsten geometrisch-physikalischen Arbeitsmethoden der allgemeinen Mineralogie möglichst rasch und einfach einzudringen, in einem Umfang, wie dies etwa bei den Anfängerpraktiken an den Hochschulen üblich ist.

Kristalle und Gesteine

Ein Lehrbuch der Kristallkunde und allgemeinen Mineralogie

Von Professor Dr. **P. Eskola,** Helsinki. Mit 461 Abbildungen im Text. VIII, 397 Seiten. 1946. DM 39.—

Aus den Besprechungen: Das Buch ESKOLAS bringt eine ausgezeichnete Einführung in dieses Gebiet für alle, die Kristallkunde als Haupt- oder Hilfswissenschaft benötigen. Es geht bewußt über den Rahmen der üblichen allgemeinen Mineralogie hinaus, indem es weitgehend auf Kristalle überhaupt, d.h. auch auf künstliche Kristalle, Bezug nimmt. Dadurch wird es zu einem für den Chemiker und Physiker, wie auch für den Keramiker und Technologen wertvollen Hilfsbuch.

„Berg- und Hüttenmännische Monatshefte"

Einführung in die Gesteinskunde

Von Professor Dr. **H. Leitmeier,** Wien. Mit 100 Textabbildungen. VIII, 275 Seiten. 1950. DM 18.50

Das Buch faßt zum ersten Male alles das zusammen, was ein Studierender der Naturwissenschaften, ein Forscher aus einem Nachbargebiete, aber auch ein interessierter Naturliebhaber wissen muß, um den weiten Bereich der Gesteine zu beherrschen, daß er sich im Gelände zurechtfinden und beurteilen kann, was die einzelnen Gesteine für den Aufbau der Erdkruste bedeuten. Es bietet die Grundlage, von der aus ein tieferes Eindringen in die überaus vielgestaltige Petrologie möglich ist.

Lagerstättenlehre. Ein kurzes Lehrbuch von den Bodenschätzen in der Erde

Von Professor Dr. phil., Dr.-Ing. h. c. **W. Petrascheck,** Leoben und Professor Dr. phil. **W. E. Petrascheck,** Leoben. Mit 233 Textabbildungen. VIII, 410 Seiten. 1950. DM 35.—; Ganzleinen DM 37.80

Dieses Buch, das erste seiner Art in deutscher Sprache, ist in erster Linie als Studienbehelf für Studierende des Bergwesens, der Geologie und der Mineralogie gedacht. Es setzt jedoch gewisse Kenntnisse aus den letztgenannten beiden Fächern voraus. Vorkommen und Entstehung der verschiedenartigen mineralischen Bodenschätze werden an Hand von bekannteren Beispielen geschildert, wobei Mitteleuropa und der Nahe Osten besonders berücksichtigt werden. Der Reihe nach werden Erze, Salze, Industriemineralien, Steine und Erden, Kohle und Erdöl behandelt. Anmerkungen über Ansprüche der Wirtschaft sind jeweils angefügt, ebenso auch eine Auswahl von Produktionsdaten aus nachbarlichen oder für die Weltwirtschaft wichtigeren Ländern.

Die Lagerstätten nutzbarer Mineralien, ihre Entstehung, Bewertung und Erschließung

Von Professor Dr. Dr. **B. Granigg,** Graz. Mit Beiträgen von Dr.-Ing. J. Horvath, Berlin und Dipl.-Ing. V. E. Gerzabek, Wien. Mit 156 Textabbildungen. VIII, 217 Seiten. 1951.
DM 18.50; Ganzleinen DM 21.—

Das Buch bespricht in knapper Form die Entstehung von Lagerstätten nutzbarer Mineralien. Dabei werden die Lagerstätten als Sonderfälle der Gesteinsbildung betrachtet. In einem zweiten, wirtschaftlichen Teil wird auf die Bewertung und im dritten Teil des Buches auf die Erschließung der Lagerstätten eingegangen. Besondere Beiträge beschäftigen sich mit „Tiefbohrungen auf Erdöl" und „Geophysikalischen Schürfverfahren". Der erste und dritte Teil wenden sich in erster Linie an den Montangeologen, Bergbau- und Hütteningenieur und den Chemiker, während der zweite demjenigen, der Gutachten zu stellen oder aus Gutachten Folgerungen zu ziehen hat, nützliche Hinweise bringt.

SPRINGER-VERLAG / WIEN

Diesem Heft liegen zwei Prospekte des Springer-Verlages, Berlin · Göttingen · Heidelberg, bei.

Herausgeber und verantwortlicher Redakteur: Professor Dr. Ernst Lamla, Göttingen. — Verantwortlich für den Anzeigenteil: Hans-Georg Halfter, Berlin W 35, Reichpietschufer 20. — Springer-Verlag, Berlin · Göttingen · Heidelberg. — Druck der Universitätsdruckerei H. Stürtz AG., Würzburg. — Printed in Germany.